

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Andrija Klanac

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl. ing.

Student:

Andrija Klanac

Zagreb, 2016..

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečenaznanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svome mentoru prof. dr. sc. Igoru Balenu na pruženim savjetima, podršci i strpljenju tijekom izrade ovog rada.

Andrija Klanac



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

| | |
|--|--------|
| Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: | |
| Ur.broj: | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Andrija Klanac**

Mat. br.: 0035187413

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **OPTIMIZACIJA SUSTAVA GRIJANJA STAMBENE ZGRADE**

Naslov rada na engleskom jeziku: **OPTIMIZATION OF HEATING SYSTEM FOR RESIDENTIAL BUILDING**

Opis zadatka:

Potrebno je provesti optimizaciju sustava grijanja stambene zgrade s osam stanova na četiri etaže (Pr+2K+Pk) ukupne površine 550 m², prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Kao izvor topline predvidjeti kondenzacijski kotao ložen na prirodni plin. Zgrada se nalazi na području grada Zagreba.

Optimizacija uključuje analizu učinkovitosti sustava za:

- različite toplinske učine kotla,
- različite temperaturne režime ogrjevnog medija,
- različite vrste ogrjevnih tijela.

Potrebno je provesti tehnno-ekonomsku analizu različitih varijanti rješenja i odabrati optimalno rješenje te ga detaljno opisati.

Na raspolaganju su energetske izvori:

- elektro-priključak 220/380V; 50Hz
- vodovodni priključak tlaka 5 bar
- plinski priključak NT.

Rad treba sadržavati:

- pregled sustava grijanja stambenih zgrada s osnovnim shemama
- toplinsku bilancu za zimsko razdoblje
- analizu utjecaja toplinske zaštite zgrade na toplinsku bilancu
- opis tehničkih karakteristika analiziranih sustava
- rezultate analize učinkovitosti sustava prikazane u dijagramima
- funkcionalnu shemu spajanja sustava.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

25. studenog 2015.

1. rok: 25. veljače 2016

1. rok: 29.2., 02. i 03.03. 2016.

2. rok (izvanredni): 20. lipnja 2016.


2. rok (izvanredni): 30. 06. 2016.


3. rok: 17. rujna 2016.

3. rok: 19., 20. i 21. 09. 2016.

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Igor Balen


Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

| | |
|--|-----|
| SADRŽAJ | I |
| Popis dijagrama: | II |
| Popis tablica: | III |
| Popis slika: | IV |
| Popis priloga:..... | V |
| SAŽETAK..... | VI |
| 1. Sustavi grijanja u stambenim objektima..... | 1 |
| 2. Proračun ulaznih podataka..... | 3 |
| 2.1. Projektni toplinski gubici prema HRN EN 12831 | 3 |
| 2.2. Potrebna energija za grijanje prema HRN EN ISO 13790..... | 6 |
| 3. Metoda određivanja energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava | 10 |
| 4. Prikaz rezultata energijskih zahtjeva sustava grijanja | 13 |
| 4.2. Podsustav distribucije ogrijevnog medija | 15 |
| 4.3. Podsustav pripreme i distribucije PTV-a | 17 |
| 4.4. Podsustav generatora topline | 18 |
| 5. Analiza rezultata | 24 |
| 6. Zaključak | 30 |
| Literatura | 31 |

Popis dijagrama:

| | | |
|--------------|---|----|
| Dijagram 2.1 | Ovisnost projektnih toplinskih gubitaka o debljini izolacije | 5 |
| Dijagram 2.2 | Godišnje vrijednosti potrebne toplinske energije za grijanje | 9 |
| Dijagram 4.1 | Ovisnost efikasnosti o izvedbi podsustava predaje topline | 15 |
| Dijagram 4.2 | Učinkovitost podsustava razvoda | 17 |
| Dijagram 4.3 | Ovisnost učinkovitosti kotla o temperaturnom režimu i nazivnom kapacitetu 22 | |
| Dijagram 4.4 | Ovisnost učinkovitosti kotla o debljini izolacije | 23 |
| Dijagram 5.1 | Isporučena energija generatoru topline..... | 24 |
| Dijagram 5.2 | Učinkovitost sustava grijanja..... | 26 |
| Dijagram 5.3 | Pogonski troškovi sustava..... | 28 |
| Dijagram 5.4 | Prikaz povrata investicije..... | 29 |

Popis tablica:

| | | |
|-------------|---|----|
| Tablica 2.1 | Vrijednosti U koeficijenata u ovisnosti o debljini izolacije..... | 4 |
| Tablica 2.2 | Rezultati proračuna projektnih toplinskih gubitaka..... | 4 |
| Tablica 2.3 | Vrijednosti transmisijских koeficijenata | 6 |
| Tablica 2.4 | Potrebna energija za grijanje | 8 |
| Tablica 4.1 | Podsustav predaje topline (radijatori) | 14 |
| Tablica 4.2 | Podsustav predaje toplines podnim grijanjem | 14 |
| Tablica 4.3 | Gubici podsustava razvoda | 16 |
| Tablica 4.4 | Podsustav proizvodnje i distribucije PTV-a | 18 |
| Tablica 4.5 | Prikaz rezultata proračuna generatora topline | 20 |
| Tablica 5.1 | Učinkovitost sustava grijanja..... | 25 |
| Tablica 5.2 | Izračun pogonskih troškova | 27 |

Popis slika:

| | | |
|-----------|--|----|
| Slika 1.1 | Pojednostavljena shema spajanja..... | 2 |
| Slika 2.1 | Osnovne postavke | 3 |
| Slika 3.1 | Podjela toplinskih gubitaka..... | 11 |
| Slika 3.2 | Prikaz ulazno/izlaznih veličina i tijeka proračuna | 12 |

Popis priloga:

- Prilog 1 Hidraulička shema sustava
- Prilog 1 Proračun prema HRN EN 12831
- Prilog 2 Proračun prema HRN EN ISO 13790
- Prilog 3 Proračun prema HRN EN 15316

SAŽETAK

Ovim radom obuhvaćena je optimizacija sustava grijanja stambene zgrade na području grada Zagreba, ukupne korisne površine 450 m². Proveden je proračun projektnih toplinskih gubitaka prema HRN EN 12831 i potrebne energije za grijanje prema HRN EN ISO 18790 za različita toplinska svojstva toplinske zaštite objekta.

Predviđen je sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode s plinskim kondezacijskim kotlom kao toplinskim izvorom.

Proračun učinkovitosti proveden je prema HRN EN 15316 za različite izvedbe i vrijednosti pogonskih parametara termotehničkog sustava. Proračunom je utvrđeno da toplinska zaštita ima najveći utjecaj na potrošnju energije za grijanje i da je optimalan sustav onaj s panelnim podnim grijanjem temperaturnog režuma 40/30 i nazivnim učinkom kotla što bližim vrijednosti projektnih toplinskih gubitaka.

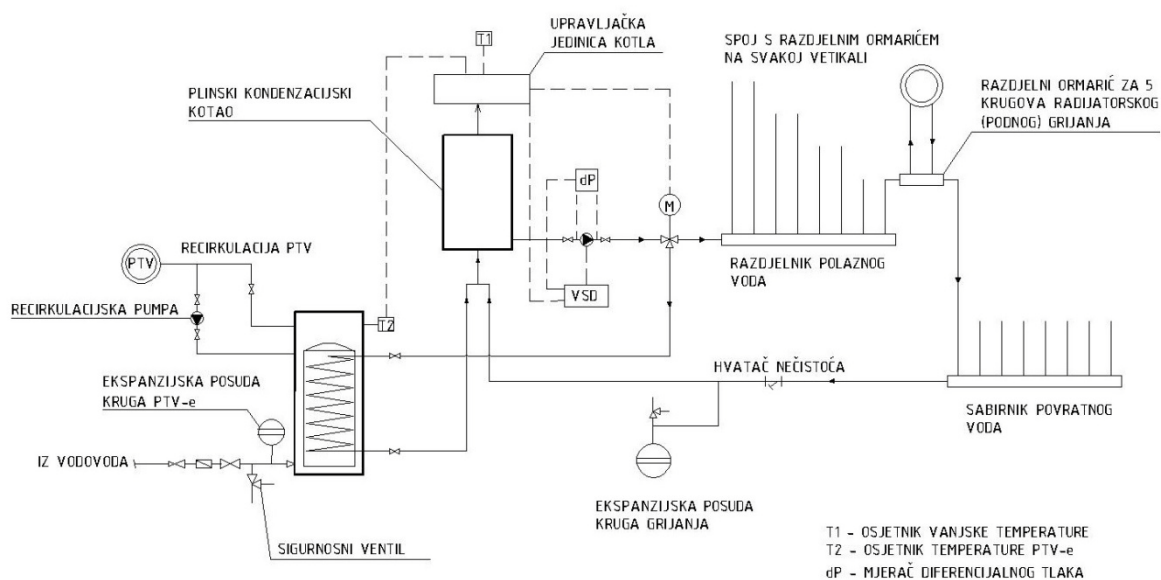
Rad sadržava tehnički opis idejnog rješenja sustava i hidrauličku shemu spajanja optimalnog sustava.

1. Sustavi grijanja u stambenim objektima

Glavna zadaća termotehničkog sustava objekta je osiguranje toplinske ugodnosti u prostorijama u kojima borave ljudi. Toplinska ugodnost je skup toplinskih parametara prostora koji se ostvaruju nekim termotehničkim sustavom, takav da postotak nezadovoljnih korisnika ne prelazi određenu vrijednost (5%). Za osiguranje parametara koji su pogodni za boravak ljudi potrebna je energija za grijanje i hlađenje prostora. U sektoru zgradarstva, koji je udjelom najveći potrošač energije, potrebno je smanjiti potrošnju energije radi održivog gospodarenja energijom i smanjenja pogonskih troškova termotehničkih sustava. Budući da energija za grijanje predstavlja najveći udio potrošnje energije u sektoru zgradarstva, smanjenje potrošnje energije moguć je smanjenjem energetske potrebe sustava grijanja. Smanjenje energetske potrebe može podrazumijevati korištenje obnovljivih izvora energije, poboljšanje učinkovitosti konvektorskih sustava koji koriste obnovljive izvore energije i smanjenje energije potrebne za grijanje upotrebom toplinske izolacije boljih svojstava. U ovom radu bit će obrađen utjecaj toplinske zaštite na energetske bilancu zgrade za zimsko razdoblje i utjecaj pogonskih parametara sustava na potrošnju energenta.

Sustav grijanja promatran u ovom radu zamišljen je kao centralni toplovodni s prisilnom cirkulacijom. Proračun učinkovitosti sustava bit će proveden za različite temperaturne režime radijatorskog grijanja (90/70°C, 70/55°C i 55/45°C) i za sustav s panelnim podnim grijanjem temperaturnog režima 40/30. Kao izvor topline predviđen je plinski kondenzacijski kotao s modulirajućim upravljanjem rada plamenika. Cirkulaciju kroz sustav razvoda osigurava frekventno upravljana pumpa postavljena u polazni vod neposredno nakon kotla. Cijevni razvod od kotla do ogrijevnih tijela vodi se od razdjelnika preko osam vertikala ugrađenih u zid objekta. Na kraju svake vertikale nalazi se razdjelni ormarić za pet krugova radijatorskog (podnog) grijanja, cijevni razvod od razdjelnog ormarića do pojedinog ogrijevnog tijela također je ugrađen u pod. Na polaznomvodu iz svakog stana ugrađeno je mjerilo toplinske energije koje preko razlike temperature polaza i povrata i protoka ogrijevnog medija utvrđuje potrošnju energije. Svih osam povratnih vodova iz stanova vertikalama se vodi do sabirnika i zatim nazad u kotao na dogrijavanje. Rad kotla i cirkulacijske pumpe za sustav grijanja upravljan je pomoću vanjskog osjetnika temperature. Frekventno regulirana pumpa upravljana konstantom razlikom tlaka i predregulacija termostatskih ventila na ulazu u pojedino ogrijevno tijelo osiguravaju hidrauličko uravnoteženje sustava distribucije. Sustav pripreme potrošne tople vode zamišljen je kao akumulacijski sustav koji se grije pomoću istog izvora

topline kao i sustav grijanja. Na polazu kotlovske vode ugrađen je troputni razdjelni ventil upravljani preko osjetnika temperature vode u spremniku, koji usmjeruje protok radnog medija kroz izmjenjivač u spremniku kada postoji potreba za zagrijavanjem potrošne tople vode. U slučaju da nema potrebe za grijanjem radom kotla može upravljati i osjetnik temperature akumulirane potrošne tople vode. U sustav distribucije potrošne tople vode ugrađena je recirkulacijska petlja s unaprijed podešenim vremenskim intervalima rada pumpe. Pojednostavljena shema spajanja sustava prikazana je na slici 1.1.



Slika 1.1 **Pojednostavljena shema spajanja**

2. Proračun ulaznih podataka

2.1. Projektni toplinski gubici prema HRN EN 12831

U svrhu ispravnog dimenzioniranja termotehničkog sustava potrebno je provesti proračun projektnih toplinskih gubitaka. Proračun je proveden pomoću računalnog programa IntegraCAD. Pri pokretanju programa, nakon otvaranja novog projekta, prvo je potrebno ispunuti osnovne postavke.

| Gubici topline | |
|-------------------------------------|----------------|
| Vanjska projektna temperatura (°C) | -15 |
| Središnja godišnja temperatura (°C) | 11 |
| Klasa zaštićenosti | Nezaštićen tip |
| Tip zgrade | Obiteljska |
| Stupanj zabrtvljenosti | Srednji |
| Br. izmjena zraka cijele zgrade n50 | 4 <= 10 3 |
| Konstrukcija | Srednja |
| Dubina podzemnih voda (m) | 5 |
| Volumen zgrade (m³) | 0 |
| V ex (m³/h) | 0 |
| V su (m³/h) | 0 |

Slika 2.1 Osnovne postavke

Nakon ispunjavanja osnovnih postavki potrebno je definirati koeficijente prolaza topline. Početne vrijednosti koeficijenata prolaza topline izračunate su kao maksimalne vrijednosti prema tehničkom propisu ministarstva graditeljstva. Za potrebe analize utjecaja toplinske zaštite zgrade na toplinsku bilancu izračunate su vrijednosti U koeficijenata za rastuće vrijednosti debljine izolacije. Rezultati izračuna prikazani su u tablici 2.1.

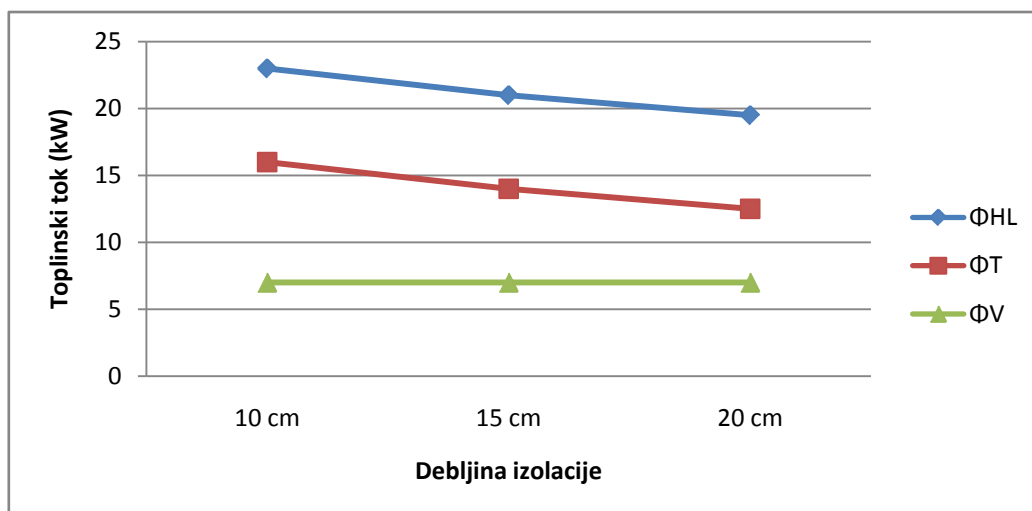
| sloj | debljina (cm) | lambda (W/mK) | R (m ² K/W) | U (W/m ² K) |
|--------------|---------------|---------------|------------------------|------------------------|
| žbuka | 2 | 0,7 | 0,0286 | |
| šuplja opeka | 25 | 0,52 | 0,4808 | |
| termo-žbuka | 2 | 0,19 | 0,1053 | |
| stiropor | 10 | 0,036 | 2,7778 | 0,29 |
| | 15 | 0,036 | 4,1667 | 0,207 |
| | 20 | 0,036 | 5,5556 | 0,161 |

Tablica 2.1 Vrijednosti U koeficijenata u ovisnosti o debljini izolacije

Slijedeći korak je definirati dimenzije zidova i prozora svake grijane prostorije. Program omogućuje unos dimenzija objekta grafičkom metodom preko učitane arhitektonske podloge. U programu se ucrtaju linije koje prate zidove, a program prepoznaje zatvorene konture kao prostorije. Na ucrtane linije dodaju se odgovarajući prozori i vrata. Postupak se ponavlja za svaki kat zasebno. Nakon definiranja svih zidova, vrata i prozora objekta potrebno je upisati toplinske mostove. Za svaku prostoriju potrebno je definirati unutarnju projektnu temperaturu i temperature zraka iza svakog zida. Na temelju tih podataka program računa iznos transmisijskih toplinskih gubitaka. Za proračun ventilacijskih gubitaka valja usporediti toplinske gubitke uzrokovane infiltracijom i toplinske gubitke uslijed provjetravanja prostorija. Za vrijednosti $n_{min}=0.5 \text{ h}^{-1}$ i broj izmjena zraka pri razlici tlaka od 50 Pa $n_{50}=3 \text{ h}^{-1}$ veća vrijednost ventilacijskih toplinskih gubitaka javlja se uslijed minimalnog higijenskog broja izmjena zraka. Program zatim izračunava projektne toplinske gubitke te ih ispisuje u tabličnom obliku. Rezultati proračuna projektnih toplinskih gubitaka u ovisnosti o debljini izolacijskog sloja dani su u tablici 2.2 i prikazani u dijagramu 2.1:

| Debljina izolacije (cm) | ϕ_{HL} (kW) | ϕ_t (kW) | ϕ_V (kW) |
|-------------------------|------------------|---------------|---------------|
| 10 | 23 | 16 | 7 |
| 15 | 21 | 14 | 7 |
| 20 | 19,5 | 12,5 | 7 |

Tablica 2.2 Rezultati proračuna projektnih toplinskih gubitaka



Dijagram 2.1 Ovisnost projektnih toplinskih gubitaka o debljini izolacije

2.2. Potrebna energija za grijanje prema HRN EN ISO 13790

Metodu proračuna potrebne energije za grijanje propisuje „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ [1]. Potrebna energija za grijanje je računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature. U svrhu ovog rada proveden je proračun sa vremenskim periodom od jednog mjeseca. Potrebna energija za grijanje definirana je izrazom:

$$Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad [\text{kWh}]$$

Gdje su:

$Q_{H,nd,cont}$ – potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu [kWh]

$Q_{H,ht}$ – ukupno izmjenjena toplinska energija u periodu grijanja [kWh]

$Q_{H,gn}$ – ukupni toplinski dobici zgrade u periodu grijanja (ljudi, uređaji, rasvjeta i sunčevo zračenje) [kWh]

$\eta_{H,gn}$ – faktor iskorištenja toplinskih dobitaka [-]

Ukupno izmjenjena energija za grijanje jednaka je zbroju transmisivskih i ventilacijskih gubitaka za grijane prostore zgrade. Vrijednosti transmisivskih koeficijenata za pojedine debljine izolacije dane su tablici 2.3.

| debljina izolacije (cm) | Htr (W/K) |
|-------------------------|-----------|
| 10 | 367,026 |
| 15 | 271,114 |
| 20 | 220,662 |

Tablica 2.3 Vrijednosti transmisivskih koeficijenata

Koeficijent ventilacijskih gubitaka izračunat je prema:

$$H_{Ve} = \max(n_{win} + n_{inf}; 0.5) \cdot V \rho_a c_{p,a}$$

$$H_{Ve} = 0.5 \cdot 0.34 \cdot 1160 = 197.2 \text{ W/K}$$

Toplinski dobici dijele se na unutarnje toplinske dobitke i toplinske dobitke od sunčeva zračenja. Unutarnji toplinski dobici računati su prema slijedećoj jednadžbi:

$$Q_{int} = \frac{q_{spec} A_k \cdot t}{1000}$$

$$q_{spec} = 5 \text{ W/m}^2$$

$$A_k = 450 \text{ m}^2$$

t – proračunsko vrijeme; tablica 1.7 u [1] [h]

Solarni toplinski dobici kroz određeni građevinski element računaju se prema slijedećem izrazu:

$$Q_{sol,k} = \frac{F_{sh,ob} S_{S,k} A_{sol,k}}{3,6} - \frac{F_{r,k} \phi_{r,k} t}{1000} \quad [\text{kWh}]$$

$F_{sh,ob}$ - faktor zasjenjenja od vanjskih prepreka direktnom upadu sunčevog zračenja

$S_{S,k}$ - srednja dozračena energija sunčevog zračenja na površinu građevnog dijela k za promatrani period [MJ/m^2]

$A_{sol,k}$ - efektivna površina građevnog elementa (otvora, zida) k na koju upada sunčevo Zračenje [m^2]

$F_{r,k}$ - faktor oblika između otvora k i neba

$\phi_{r,k}$ - toplinski tok zračenjem od površine otvora k prema nebu [W]

t – proračunsko vrijeme [h]

Izračun efektivnih površina:

a) Prozori

$$A_{sol,k} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{pr} \quad [\text{m}^2]$$

b) Neprozirni elementi

$$A_{sol,k} = \alpha_{S,c} R_{se} U_C A_C \quad [\text{m}^2]$$

Za potrebe proračuna solarnih dobitaka potrebno je odrediti površine zidova i prozora za svaku orijentaciju.

Faktor iskorištenja toplinskih dobitaka $\eta_{H,gn}$ (unutarnjih dobitaka i dobitaka od sunčevog zračenja) funkcija je efektivnog toplinskog kapaciteta zgrade i računa se na sljedeći način:

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - y_H^{a_H}}{1 - y_H^{a_H+1}} \quad \text{za } y_H > 0 \text{ i } y_H \neq 1$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad \text{za } y_H = 1$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{1}{y_H} \quad \text{za } y_H < 0$$

a_H - bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade [-];

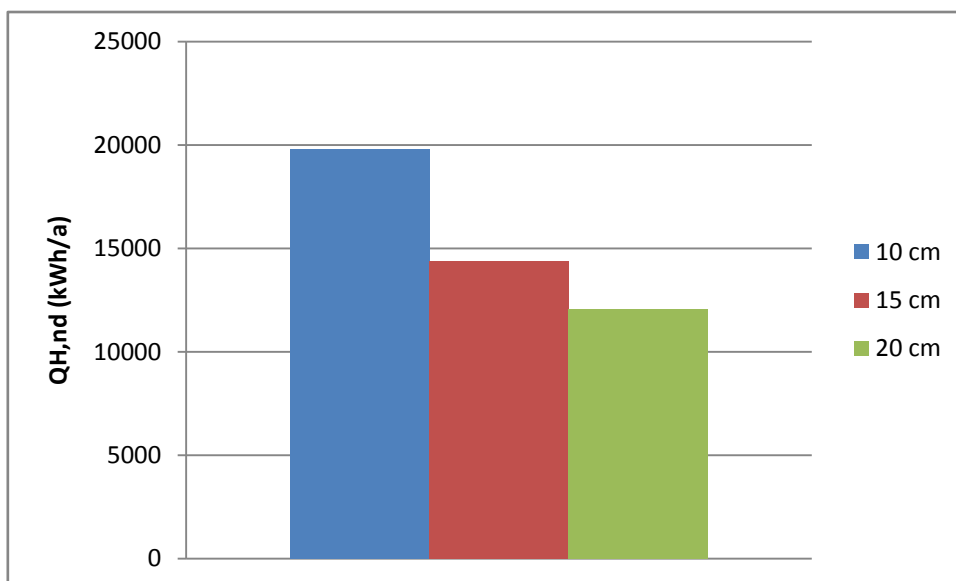
$$y_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad [-]$$

Izračun potrebne energije za grijanje napravljen je u tabličnom kalkulatoru za tri različite izvedbe vanjske ovojnice zgrade. Prikaz rezultata proračuna dan je u tablici 2.4.

| | QH,nd (kWh) | | |
|---|-------------|-------|-------|
| Debljina izolacije | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
| siječanj | 5591 | 4261 | 3652 |
| veljača | 3428 | 2502 | 2117 |
| ožujak | 1798 | 1186 | 958 |
| travanj | 405 | 212 | 151 |
| svibanj | 14 | 5 | 5 |
| lipanj | 0 | 0 | 0 |
| srpanj | 0 | 1 | 2 |
| kolovoz | 0 | 2 | 2 |
| rujan | 14 | 4 | 1 |
| listopad | 615 | 338 | 247 |
| studen | 2792 | 1976 | 1634 |
| prosinac | 5130 | 3885 | 3311 |
| Suma | 19787 | 14372 | 12080 |
| Q ["] H,nd,ref (kWh/m ² a) | 43,97 | 31,94 | 26,84 |

Tablica 2.4 Potrebna energija za grijanje

Rezultati potrebnih energija za grijanje na godišnjoj razini su radi usporedbe rezultata za tri debljine toplinske izolacije prikazani u dijagramu 2.2.



Dijagram 2.2 Godišnje vrijednosti potrebne toplinske energije za grijanje

3. Metoda određivanja energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava

Metoda je propisana Algoritmom za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama [2]. Za potrebe proračuna termotehnički sustav podjeljen je na podsustav predaje topline, podsustav razvoda ogrijevnog medija, podsustav razvoda PTV-a, podsustav zagrijavanja PTV-a i podsustav generatora topline. Za proračun svakog podsustava potrebno je poznavati energiju koju taj sustav mora isporučiti prostoru (u slučaju podsustava predaje topline) ili slijedećem podsustavu. Općenito toplinska bilanca podsustava glasi:

$$Q_{in} = Q_{out} - \sum Q_{aux,rvd,i} + Q_{ls} \quad [\text{kWh}]$$

Q_{in} . toplinska energija na ulazu u podsustav [kWh]

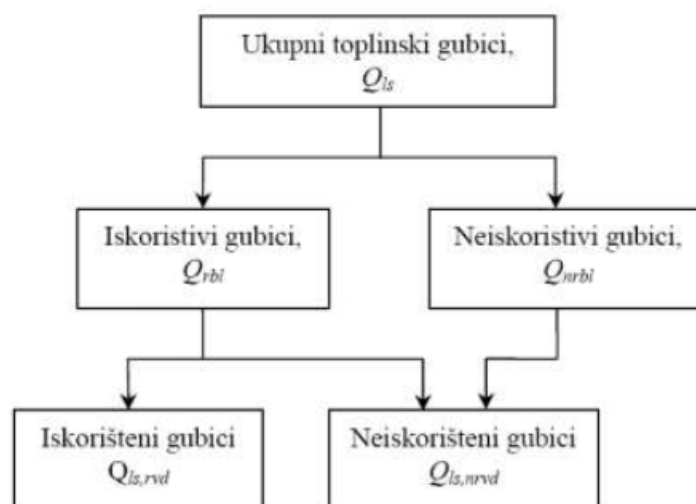
Q_{out} - toplinska energija na izlazu iz podsustava [kWh]

$Q_{aux,rvd,i}$ - iskorištena pomoćna energija podsustava [kWh]

Q_{ls} . ukupni toplinski gubici podsustava [kWh]

Ukupni toplinski gubici (indeks ls) dijele se na:

- a) iskoristive gubitke (indeks $srbl$) – to su oni gubici dijelova sustava koji se mogu vratiti grijanom prostoru tijekom sezone grijanja i smanjiti toplinsku energiju koju je ogrijevnim tijelima potrebno predati u grijani prostor
- b) neiskoristive gubitke (indeks $nrbl$) – to su oni toplinski gubici koji se nemogu iskoristiti za grijanje prostora, a predstavljaju razliku ukupnih i iskoristivih toplinskih gubitaka
- c) iskorištene dobitke (indeks ls,rvd) – predstavljaju stvarno iskorišteni dio iskoristivih gubitaka
- d) neiskorištene gubitke (indeks $ls,nrvd$) – predstavljaju u konačnici neiskorišteni dio ukupnih gubitaka i računaju se kao razlika ukupnih i iskorištenih gubitaka

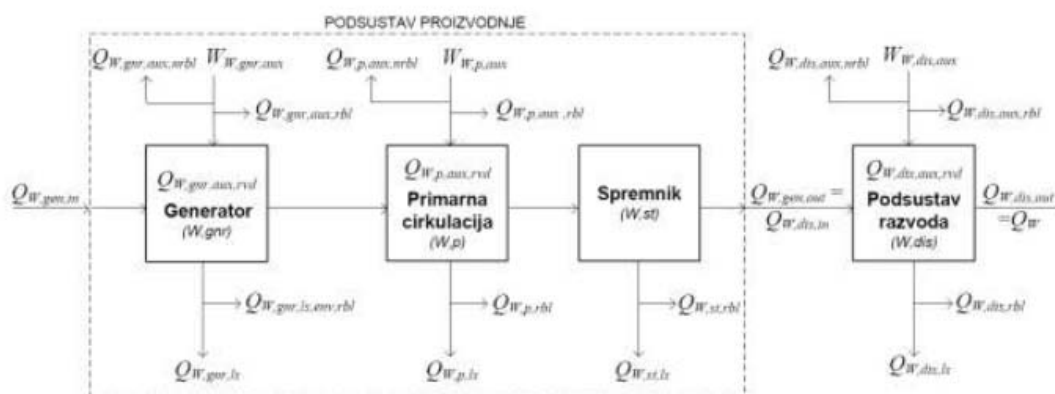


Slika 3.1 Podjela toplinskih gubitaka

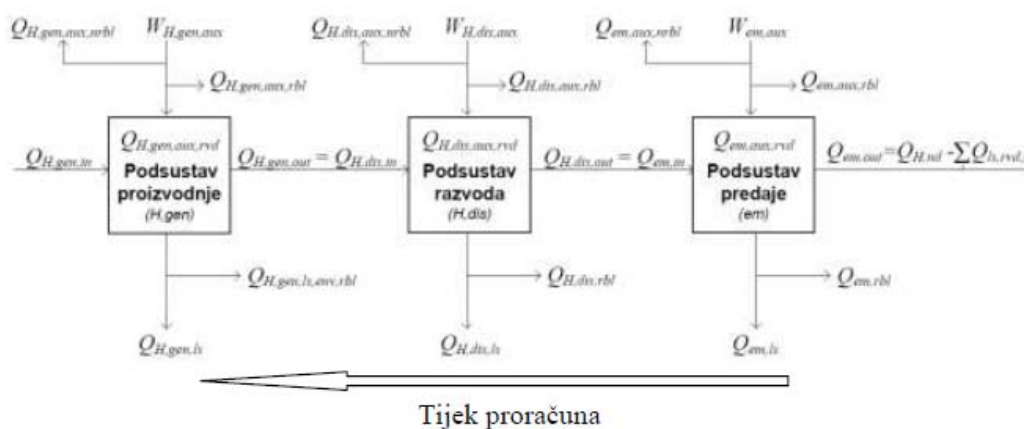
Iskorištena pomoćna energija (indeks *rvd*) je onaj dio energije potrebne za pogon pojedinog pomoćnog uređaja (pumpe, ventilatora, plamenika) koja se direktno vraća radnom mediju i zraku za izgaranje, preostali dio pomoćne energije predaje se u okolinu kao iskoristivi i/ili neiskoristivi toplinski gubitak.

Proračun započinje izračunom gubitaka sustava predaje topline. Energija koju je potrebno predati prostoru jednaka je potrebnoj energiji za grijanje prema HRNENISO13790. Nakon završetka cijelog proračuna ta se vrijednost umanjuje za iznos iskorištenih toplinskih gubitaka. Postupak se iterativno ponavlja sve dok razlika potrebnih energija za zagrijavanje prostora u zadnja dva koraka ne bude manja od 1%. Proračun se istovremeno provodi za različite toplinske režime ogrjevnog medija i različite nazivne kapacitete kotla. Budući da potrebna energija na ulazu u jedan podsustav predstavlja energiju na izlazu iz predhodnog podsustava proračun se vrši od podsustava predaje, preko podsustava distribucije i pripreme PTV-a, do podsustava proizvodnje. Tijek proračuna prikazan je slikom 3.2.

PRIPREMA PTV-a



GRIJANJE



Slika 3.2 Prikaz ulazno/izlaznih veličina i tijeka proračuna

Proračun je u svrhu kasnije analize rezultata proveden i za sustav s podnim grijanjem s niskotemperaturnim režimom ogrijevnog medija, također za različite nazivne kapacitete kotla. Proračun svih navedenih izvedbi i pogonskih karakterisika sustava ponovljen je za različita svojstva toplinske zaštite objekta.

4. Prikaz rezultata energijskih značajki sustava grijanja

Rezultati proračuna pojedinih podsustava bit će prikazani odvojeno. Radi jasnijeg prikaza, u tablicama će biti izostavljeni faktori i pomoćne veličine. Prikaz rezultata svodi se na vrijednosti iskoristivih, neiskoristivih, iskorištenih i neiskorištenih gubitaka; uz prikaz pomoćnih energija i potrebnih energija na ulazu i izlazu iz pojedinog podsustava. Također će biti prikazani omjeri izlaznih i ulaznih energija, kako bi se stekao dojam o učinkovitosti pojedinog podsustava. Prikazani su rezultati iz 3. koraka iteracije kao suma mjesečnih vrijednosti na godišnjoj razini.

4.1. Podsustav predaje topline

Gubici podsustava predaje topline u slučaju izvedbe sustava s radijatorskim grijanjem ovise, prema algoritmu, o temperaturnom režimu ogrjevnog medija, sustavu regulacije, vertikalnoj raspodjeli temperatura u prostoru i smještaju ogrjevnih tijela. Ovi se utjecaji modeliraju promjenama faktora ukupne učinkovitosti η_{em} . Sustavi s nižim temperaturama polaza i povrata opremljeni su regulacijskom opremom veće učinkovitosti. Za sustave s temperaturnim režimima 90/70 °C i 70/55 °C odabrani su termostatski ventili i koji rade s temperaturnom razlikom od 2 za visokotemperaturni, odnosno 1 K za srednjetemperaturni režim. Za temperaturni režim 55/45 °C i podno grijanje odabrani su PI regulatori, koji imaju bolje regulacijske karakteristike od termostatskih ventila. Podsustav ne koristi pomoćnu energiju za pogon ili regulaciju, stoga je razlika potrebnih ulaznih i izlaznih toplina jednaka toplinskim gubicima sustava. Ulazni podatak za proračun gubitaka podsustava predaje topline je potrebna energija za grijanje $Q_{H,nd}$ prema HRN EN ISO 13790. Nakon proračuna gubitaka svih podsustava, vrijednost $Q_{H,nd}$ smanjuje se za iznos iskorištenih toplinskih gubitaka. Ta razlika predstavlja ulaznu veličinu za sljedeći iteracijski korak $Q_{em,out}$. Rezultati proračuna nakon 3. iteracije prikazani su u tablici 4.1.

| Debljina izolacije | | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|--------------------|-------|----------|----------|----------|
| Qem, out (kWh) | | 19271,57 | 13941,07 | 11705,81 |
| Qem,ls (kWh) | 90/70 | 2987,09 | 2160,87 | 1814,40 |
| | 70/55 | 2119,872 | 1533,518 | 1287,639 |
| | 55/45 | 1541,725 | 1115,286 | 936,4649 |
| Qem, in (kWh) | 90/70 | 22258,66 | 16101,94 | 13520,21 |
| | 70/55 | 21391,44 | 15474,59 | 12993,45 |
| | 55/45 | 20813,29 | 15056,36 | 12642,28 |
| Qem,out /Qem,in | 90/70 | 0,865801 | 0,865801 | 0,865801 |
| | 70/55 | 0,900901 | 0,900901 | 0,900901 |
| | 55/45 | 0,925926 | 0,925926 | 0,925926 |

Tablica 4.1 Podsustav predaje topline (radijatori)

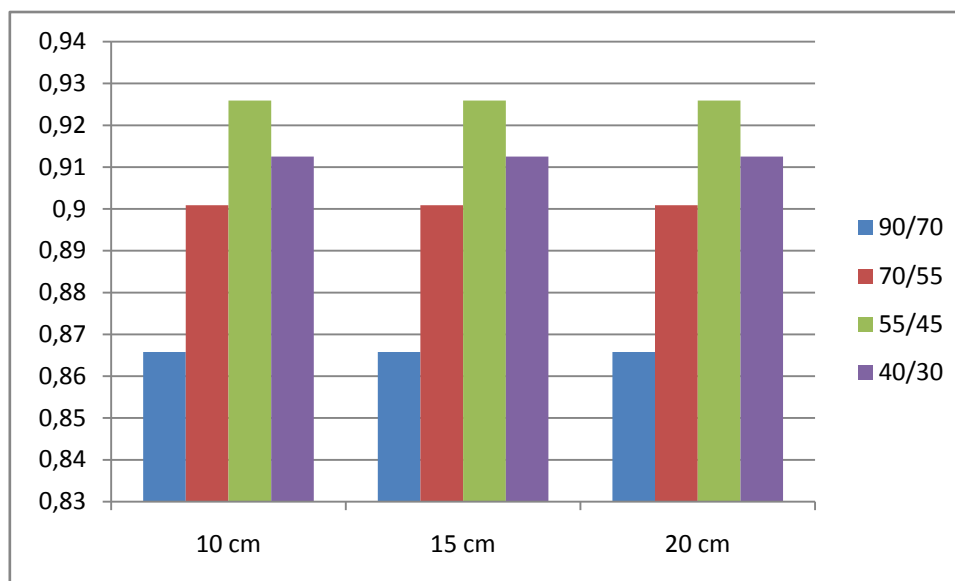
Iz rezultata je vidljivo da toplinski gubici podsustava predaje topline ovise o izvedbi vanjske ovojnice objekta. Pri proračunu pretpostavljena su bolja regulacijska svojstvasustava ugrađenog u objekt s većom debljinom izolacijskog materijala. Temperaturni režim ogrjevnog medija utječe na efikasnost podsustava predaje topline zbog promjene učinkovitosti uslijed vertikalne raspodjele temperatura i različitih svojstava odabrane regulacije.

U svrhu analiziranja utjecaja vrste ogrijevnih tijela na toplinsku bilancu zgrade proračunati su i gubici za podsustav izveden s podnim grijanjem. U ovom slučaju ograničen je temperaturni režim ogrijevnog medija na 40/30°C. Utjecaj toplinske zaštite zgrade na efikasnost podsustava predaje topline s podnim grijanjem prikazan je u tablici 4.2.

| Debljina izolacije | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|--------------------|----------|----------|----------|
| Qem, out (kWh) | 19217,60 | 13915,78 | 11701,09 |
| Qem,ls (kWh) | 1842,01 | 1333,83 | 1121,55 |
| Qem, in (kWh) | 21059,61 | 15249,61 | 12822,64 |
| Qem,out/Qem,in | 0,912534 | 0,912534 | 0,912534 |

Tablica 4.2 Podsustavpredaje toplines podnim grijanjem

Iz rezultata je vidljivo da na razini podsustava predaje sustav s radijatorskim grijanjem ima veću učinkovitost od onog s podnim grijanjem. Razlog tomu je taj da sustavi s radijatorskim grijanjem imaju bolja svojstva regulacijskog odziva. Relativno veća tromost sustava s podnim grijanjem narušava učinkovitost tih sustava zato što se sporije i s manjom učinkovitošću prilagođavaju promjenama vanjskih parametara temperature. Odnos efikasnosti svih prikazanih sustava prikazana je u dijagramu 4.1.



Dijagram 4.1 Ovisnost efikasnosti o izvedbi podsustava predaje topline

Podsustav predaje topline s podnim grijanjem prikazan je u dijagramu kao temperaturni režim 40/30°C radi jednostavnosti. Prema modelu vidljiv je ujecaj regulacijskih svojstava ogrijevnih tijela i regulacijskih elemenata na učinkovitost podsustava predaje topline.

4.2. Podsustav distribucije ogrijevnog medija

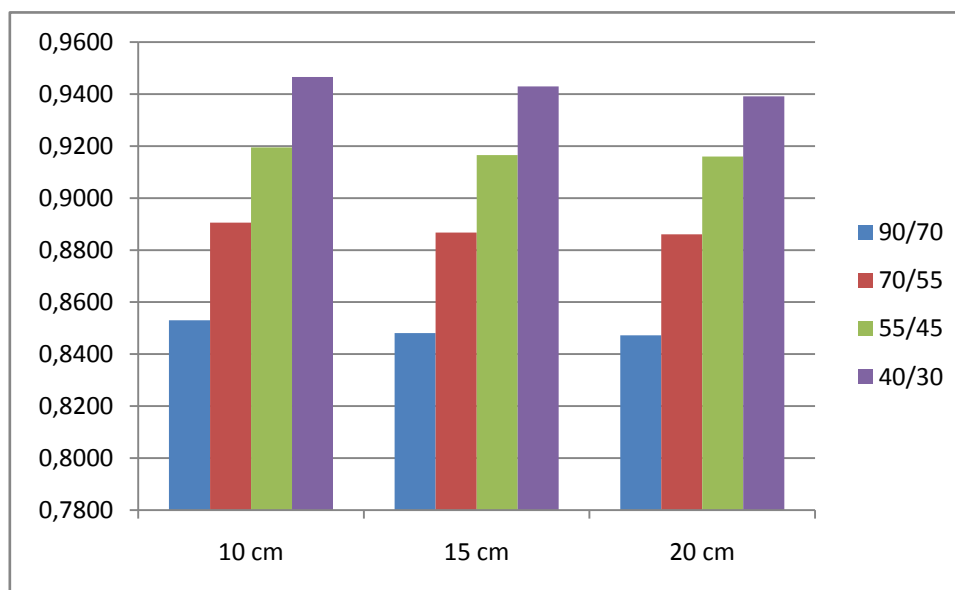
Duljine dionica podsustava distribucije ogrijevnog medija aproksimirane su prema idejnom rješenju razvoda ogrijevnog medija. Ogrjevni medij iz kotla ulazi u razdjelnik te se tamo razdjeljuje u osam vertikala (po jedna za svaki stan), svaka vertikala završava razdjelnim ormarićem za pet krugova radijatorskog grijanja. Sustav pogoni frekventno regulirana pumpa upravljana preko konstantne razlike tlaka. Kotao je smješten u negrijanom potkrovlju, a cijevi se vode u zidovima i pretpostavljena je debljina izolacije koja je jednaka vanjskom promjeru cijevi. Proračun gubitaka podsustava razvoda vrši se odvojeno za cijevi smještene u negrijanom prostoru, vertikale do pojedinog stana i razvod od razdjelnog ormarića do pojedinog ogrijevnog tijela. Dio gubitaka podsustava razvoda predaje se grijanom prostoru, a udio tih iskorištenih gubitaka ovisi o smještaju cijevi u odnosu na grijani prostor. U slučaju podsustava razvoda javlja se i pomoćna energija za pogon pumpe, koja dio topline predaje izravno ogrijevnom mediju, a dio topline predaje grijanom prostoru. Pomoćna energija izračunata je preko faktora opterećenja sustava distribucije i projektnog pada tlaka i protoka u sustavu razvoda. Prikaz rezultata proračuna dan je u tablici 4.3 u kojoj temperaturni režim ogrijevnog medija od 40/30°C predstavlja izvedbu sustava s podnim grijanjem.

| Debljina izolacije | | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|---|-------|----------|----------|----------|
| Q _{dis,out} (kWh) | 90/70 | 22258,66 | 16101,94 | 13520,21 |
| | 70/55 | 21391,44 | 15474,59 | 12993,45 |
| | 55/45 | 20813,29 | 15056,36 | 12642,28 |
| | 40/30 | 21059,61 | 15249,61 | 12822,64 |
| Q _{h, dis, ls} (kWh) | 90/70 | 3891,45 | 2937,79 | 2602,16 |
| | 70/55 | 2637,73 | 1996,23 | 1770,47 |
| | 55/45 | 1816,32 | 1379,35 | 1225,56 |
| | 40/30 | 1190,75 | 936,40 | 846,07 |
| Q _{h, dis, rbl} (kWh) | 90/70 | 3841,47 | 2892,61 | 2558,69 |
| | 70/55 | 2594,07 | 1955,81 | 1731,18 |
| | 55/45 | 1776,81 | 1342,04 | 1189,03 |
| | 40/30 | 1154,39 | 901,32 | 811,45 |
| W _{H, dis, aux} (kWh) | 90/70 | 136,79 | 119,20 | 110,24 |
| | 70/55 | 134,85 | 117,75 | 108,99 |
| | 55/45 | 133,56 | 116,79 | 108,16 |
| | 40/30 | 157,82 | 137,79 | 127,51 |
| Q _{h, dis, aux rvd} (kWh) | 90/70 | 102,59 | 89,40 | 82,68 |
| | 70/55 | 101,14 | 88,31 | 81,74 |
| | 55/45 | 100,17 | 87,59 | 81,12 |
| | 40/30 | 118,36 | 103,35 | 95,63 |
| Q _{h, dis, aux rbl} (kWh) | 90/70 | 34,20 | 29,80 | 27,56 |
| | 70/55 | 33,71 | 29,44 | 27,25 |
| | 55/45 | 33,39 | 29,20 | 27,04 |
| | 40/30 | 39,45 | 34,45 | 31,88 |
| Q _{h, dis, in} (kWh) | 90/70 | 26047,52 | 18950,33 | 16039,70 |
| | 70/55 | 23928,03 | 17382,51 | 14682,17 |
| | 55/45 | 22529,45 | 16348,11 | 13786,72 |
| | 40/30 | 22131,99 | 16082,67 | 13573,07 |
| Q _{h, dis, out} / Q _{h, dis, in} | 90/70 | 0,8545 | 0,8497 | 0,8429 |
| | 70/55 | 0,8940 | 0,8902 | 0,8850 |
| | 55/45 | 0,9238 | 0,9210 | 0,9170 |
| | 40/30 | 0,9515 | 0,9482 | 0,9447 |

Tablica 4.3 Gubici podsustava razvoda

Primjećuje se da potrebna pomoćna energija za pogon podsustava distribucije raste kako se smanjuje temperaturni režim ogrijevnog medija. To je posljedica većih gubitaka podsustava predaje topline, čiji je utjecaj na potreban protok ogrijevnog medija značajniji nego utjecaj temperaturne razlike polaza i povrata. Sustav s podnim grijanjem zahtijeva veći utrošak pogonske energije za cirkulaciju zato što takvi sustavi imaju veće projektne iznose pada tlaka. Toplinski gubici podsustava predaje očekivano padaju sa smanjenjem temperature ogrijevnog

medija. Učinkovitosti sustava za različite temperaturne režime i ogrjevna tijela prikazani su u dijagramu 4.2.



Dijagram 4.2 Učinkovitost podsustava razvoda

Razlog smanjenja učinkovitosti pojedinog režima sa poboljšanjem toplinskih svojstava vanjske ovojnice zgrade je razlika u modelu proračuna projektnih toplinskih gubitaka i potrebne energije za grijanje. Projektni toplinski gubici izračunati su za projektne vanjske uvjete kao oni koje termotehnički sustav mora moći isporučiti grijanom prostoru. Nasuprot tomu potrebna energija za grijanje izračunata je za referentne klimatske podatke i predstavlja očekivanu energiju potrebnu za zagrijavanje prostora u sezoni grijanja. Ta razlika unosi se u proračun preko faktora opterećenja podsustava distribucije koji utječe na toplinske gubitke.

Primjećuje se da temperaturni režim ogrjevnog medija ima najveći utjecaj na efikasnost podsustava distribucije topline. Jasno je da će manja temperaturna razlika između prosječne temperature ogrijevnog medija i temperature okoline uzrokovati manje toplinske gubitke pojedine dionice.

4.3. Podsustav pripreme i distribucije PTV-a

Kao ulazni podatak za proračun gubitaka podsustava distribucije PTV-a je potrebna energija za pripremu potrošne tople vode, koja se procjenjuje preko specifične energije i korisne površine objekta. Duljine svih dionica potrebnih za proračun procijenjene su okvirno pomoću smještaja izljevniha mjesta po objektu. Sustav sadrži i recirkulacijsku petlju, dnevno vrijeme

rada pumpe procjenjeno je na 15 min/dan prema preporuci mentora. Toplinski gubici distribucije PTV-a i recirkulacijske petlje i vrijednosti pomoćnih energija, izračunati su prema izrazima navedenim u literaturi [2]. Nakon proračuna toplinskih gubitaka distribucije PTV-a potrebno je odrediti gubitke spremnika, smještenog u potkrovlju u neposrednoj blizini kotla. Rezultati proračuna pripreme i distribucije PTV-a prikazani su u tablici 4.4.

| | | | |
|--------------|---------------------|-------|---------|
| distribucija | QW(kWh) | | 7280,00 |
| | QW dis,ls,nc (kWh) | | 2166,90 |
| | QW,dis,ls,col (kWh) | | 14,37 |
| | Ww, dis, aux (kWh) | | 0,30 |
| | Qw,dis,aux,rvd(kWh) | | 0,22 |
| | Qw,dis,aux,rbl(kWh) | | 0,07 |
| | QW dis,rbl (kWh) | | 2181,27 |
| | QW dis,in (kWh) | | 9461,04 |
| spremnik | QW st,ls (kWh) | | 1313,88 |
| | QW, p, ls (kWh) | 24 kW | 11,04 |
| | | 27 kW | 9,81 |
| | | 30 kW | 8,83 |
| | QW, p, in(kWh) | 24 kW | 9472,08 |
| | | 27 kW | 9470,85 |
| | | 30 kW | 9469,87 |
| | QW/ QW,p,in | 24 kW | 0,7686 |
| | | 27 kW | 0,7687 |
| | | 30 kW | 0,7688 |

Tablica 4.4 Pod sustav proizvodnje i distribucije PTV-a

Primjećujemo da, iako toplinski gubici spremnika PTV-a ovise o nazivnom toplinskom učinku kotla, nemaju signifikantan utjecaj na konačnu učinkovitost. Najveći toplinski gubici javljaju se u sustavu distribucije, ali se većina toplinskih gubitaka podsustava distribucije PTV-a predaje grijanom prostoru.

4.4. Pod sustav generatora topline

Kao generator topline termotehničkog sustava predviđen je kondenzacijski kotao tvrtke Buderus, ložen plinom. U svrhu analize utjecaja nazivnog kapaciteta kotla na toplinsku bilancu zgrade odabrani su kotlovi iz serije Logmax plus nazivnog učina 24 kW (GB112-24), 27 kW (GB012-25K) i 30 kW (GB112-29). Svi kotlovi imaju mogućnost moduliranja

učinapromjenom brzine vrtnje ventilatora plamenika. Budući da podatci za vrijednosti efikasnosti pri punom i djelomičnom nisu navedeni u dostupnim brošurama proizvođača, te su vrijednosti izračunate korištenjem izraza iz literature [2]. Proračun je proveden istovremeno za različite nazivne kapacitete kotla uzimajući u obzir energiju koju je potrebno predati podsustavu distribucije za sva tri temperaturna režima ogrijevnog medija. Izlazna energija iz podustava proizvodnje je zbroj ulaznih energija u podsustav razvoda i podsustav pripreme PTV-a. Rezultati proračuna prikazani su u tablici 4.5.

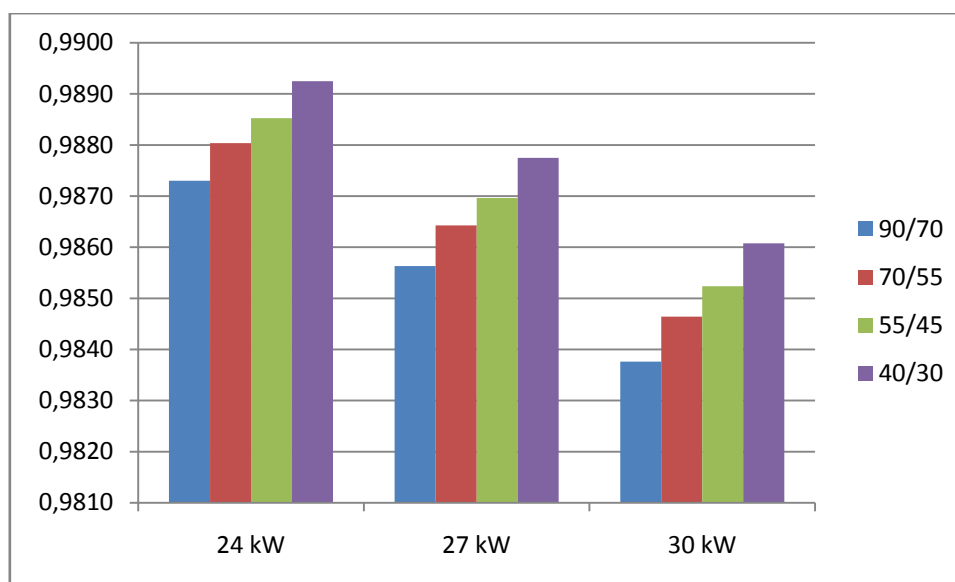
| Debljina izolacije | | | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|----------------------------|-------|-------|----------|----------|----------|
| QHW, gen, out (kWh) | | 90/70 | 35519,60 | 28422,41 | 25511,78 |
| | | 70/55 | 33400,11 | 26854,59 | 24154,25 |
| | | 55/45 | 32001,53 | 25820,20 | 23258,80 |
| | | 40/30 | 31604,08 | 25554,75 | 23045,15 |
| Qgnr, ls(kW) | 24 kW | 90/70 | 653,01 | 653,25 | 653,39 |
| | | 70/55 | 652,88 | 653,26 | 653,43 |
| | | 55/45 | 652,85 | 653,28 | 653,46 |
| | | 40/30 | 652,79 | 653,28 | 653,47 |
| | 27 kW | 90/70 | 653,78 | 654,09 | 654,24 |
| | | 70/55 | 653,68 | 654,12 | 654,31 |
| | | 55/45 | 653,69 | 654,18 | 654,37 |
| | | 40/30 | 653,64 | 654,19 | 654,38 |
| | 30 kW | 90/70 | 653,74 | 654,13 | 654,32 |
| | | 70/55 | 653,60 | 654,16 | 654,39 |
| | | 55/45 | 653,58 | 654,21 | 654,47 |
| | | 40/30 | 653,50 | 654,21 | 654,48 |
| Wgnr, aux (kWh) | 24 kW | 90/70 | 269,49 | 221,29 | 203,69 |
| | | 70/55 | 253,44 | 211,09 | 195,03 |
| | | 55/45 | 243,04 | 204,58 | 189,15 |
| | | 40/30 | 239,99 | 202,68 | 187,70 |
| | 27 kW | 90/70 | 260,37 | 215,44 | 197,69 |
| | | 70/55 | 244,99 | 205,27 | 189,08 |
| | | 55/45 | 235,37 | 198,41 | 183,75 |
| | | 40/30 | 232,56 | 196,48 | 182,43 |
| | 30 kW | 90/70 | 238,59 | 200,39 | 185,09 |
| | | 70/55 | 225,92 | 191,30 | 178,12 |
| | | 55/45 | 217,99 | 185,67 | 173,80 |
| | | 40/30 | 215,49 | 184,11 | 172,74 |
| Qgnr, aux, rvd (kWh) | 24 kW | 90/70 | 202,12 | 165,97 | 152,77 |
| | | 70/55 | 190,08 | 158,32 | 146,27 |
| | | 55/45 | 182,28 | 153,43 | 141,86 |
| | | 40/30 | 179,99 | 152,01 | 140,77 |
| | 27 kW | 90/70 | 195,28 | 161,58 | 148,27 |
| | | 70/55 | 183,74 | 153,96 | 141,81 |
| | | 55/45 | 176,53 | 148,80 | 137,81 |
| | | 40/30 | 174,42 | 147,36 | 136,83 |
| | 30 kW | 90/70 | 178,94 | 150,29 | 138,82 |
| | | 70/55 | 169,44 | 143,48 | 133,59 |
| | | 55/45 | 163,50 | 139,26 | 130,35 |
| | | 40/30 | 161,62 | 138,08 | 129,55 |

Tablica 4.5 Prikaz rezultata proračuna generatora topline

Tablica 4.5 Nastavak

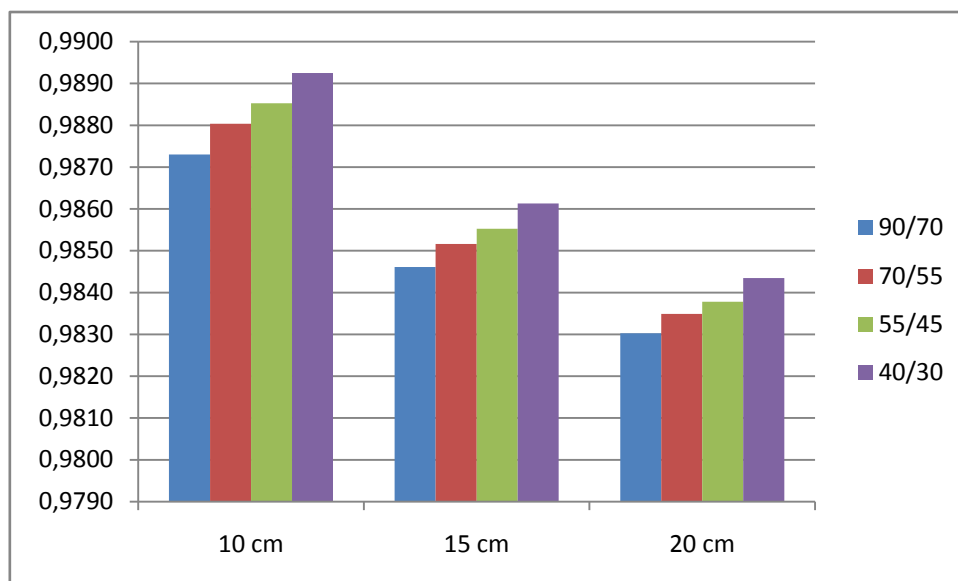
| | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|----------|----------|----------|
| Qgnr, aux, rbl (kWh) | 24 kW | 90/70 | 53,90 | 44,26 | 40,74 |
| | | 70/55 | 50,69 | 42,22 | 39,01 |
| | | 55/45 | 48,61 | 40,92 | 37,83 |
| | | 40/30 | 48,00 | 40,54 | 37,54 |
| | 27 kW | 90/70 | 52,07 | 43,09 | 39,54 |
| | | 70/55 | 49,00 | 41,05 | 37,82 |
| | | 55/45 | 47,07 | 39,68 | 36,75 |
| | | 40/30 | 46,51 | 39,30 | 36,49 |
| | 30 kW | 90/70 | 47,72 | 40,08 | 37,02 |
| | | 70/55 | 45,18 | 38,26 | 35,62 |
| | | 55/45 | 43,60 | 37,13 | 34,76 |
| | | 40/30 | 43,10 | 36,82 | 34,55 |
| Qgnr,ls, env,rbl (kWh) | 24 kW | 90/70 | 658,96 | 610,18 | 593,24 |
| | | 70/55 | 594,5422 | 562,81 | 551,76 |
| | | 55/45 | 553,7587 | 532,67 | 525,31 |
| | | 40/30 | 523,46 | 511,47 | 507,23 |
| | 27 kW | 90/70 | 713,07 | 660,28 | 641,95 |
| | | 70/55 | 643,3612 | 609,02 | 597,06 |
| | | 55/45 | 599,23 | 576,41 | 568,45 |
| | | 40/30 | 566,44 | 553,46 | 548,88 |
| | 30 kW | 90/70 | 765,22 | 708,57 | 688,91 |
| | | 70/55 | 690,4184 | 653,56 | 640,73 |
| | | 55/45 | 643,0582 | 618,57 | 610,02 |
| | | 40/30 | 607,87 | 607,8712 | 607,8712 |
| QHW, gen, in (kWh) | 24 kW | 90/70 | 35976,44 | 28866,62 | 25952,25 |
| | | 70/55 | 33804,58 | 27259,08 | 24559,74 |
| | | 55/45 | 32373,01 | 26199,43 | 23642,25 |
| | | 40/30 | 31947,54 | 25914,2 | 23411,61 |
| | 27 kW | 90/70 | 36037,39 | 28921,11 | 26005,47 |
| | | 70/55 | 33859,73 | 27309,65 | 24609,51 |
| | | 55/45 | 32424,23 | 26247,8 | 23689,43 |
| | | 40/30 | 31996,09 | 25960,85 | 23457,21 |
| | 30 kW | 90/70 | 36105,89 | 28980,69 | 26061,87 |
| | | 70/55 | 33921,09 | 27364,68 | 24661,4 |
| | | 55/45 | 32481,09 | 26299,51 | 23738,47 |
| | | 40/30 | 32050,33 | 26024,53 | 23523,47 |
| QHW,gnr , out/ QHW, gen, in | 24 kW | 90/70 | 0,9873 | 0,9846 | 0,9830 |
| | | 70/55 | 0,9880 | 0,9852 | 0,9835 |
| | | 55/45 | 0,9885 | 0,9855 | 0,9838 |
| | | 40/30 | 0,9892 | 0,9861 | 0,9843 |
| | 27 kW | 90/70 | 0,9856 | 0,9828 | 0,9810 |
| | | 70/55 | 0,9864 | 0,9833 | 0,9815 |
| | | 55/45 | 0,9870 | 0,9837 | 0,9818 |
| | | 40/30 | 0,9877 | 0,9844 | 0,9824 |
| | 30 kW | 90/70 | 0,9838 | 0,9807 | 0,9789 |
| | | 70/55 | 0,9846 | 0,9814 | 0,9794 |
| | | 55/45 | 0,9852 | 0,9818 | 0,9798 |
| | | 40/30 | 0,9861 | 0,9819 | 0,9797 |

Rezultati proračuna pokazuju da godišnja učinkovitost podsustava generatora topline sa plinskim kondenzacijskim kotlom kao toplinskim izvorom pada kako raste nazivni toplinski kapacitet kotla, a raste sa smanjenjem temperatura polaza i povrata ogrijevnog medija. Radi lakše usporedbe dobivenih rezultata isti su prikazani u dijagramu 4.3.



Dijagram 4.3 Ovisnost učinkovitosti kotla o temperaturnom režimu i nazivnom kapacitetu

Budući da optimizacija sustava uključuje i analizu utjecaja toplinske zaštite na potrošnju energije sustava rezultate valja prikazati i u ovisnosti o različitim debljinama toplinske izolacije. Taj se prikaz za nazivni učin kotla od 24 kW nalazi u dijagramu 3.4.

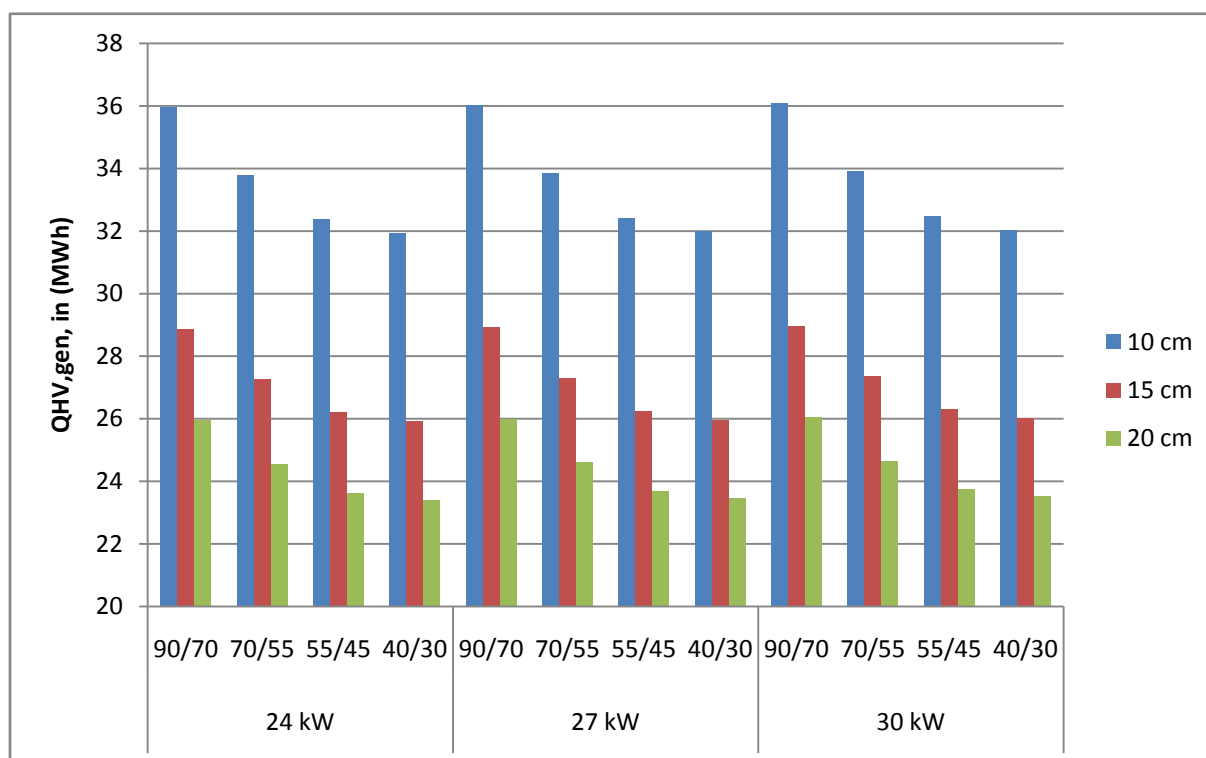


Dijagram 4.4 Ovisnost učinkovitosti kotla o debljini izolacije

Učinkovitost kotla pada s povećanjem debljine izolacije uslijed promjene faktora opterećenja kotla. Sukladno sa opažanjima za predhodni dijagram može se reći da je kotao iste nazivne snage predimensioniran u odnosu na toplinske potrebe objekta, koje se smanjuju poboljšanjem svojstava toplinske izolacije.

5. Analiza rezultata

Rezultate dobivene proračunom potrebno je analizirati sa stajališta efikasnosti i financijske isplativosti. Počinje se sa godišnjim vrijednostima energija koje je potrebno isporučiti podsustavu proizvodnje topline. Prikaz rezultata iz tablice 4.5 nalazi se u dijagramu 5.1.



Dijagram 5.1 Isporučena energija generatoru topline

Iz dijagrama je vidljivo da, iako učinkovitost plinskog kondenzacijskog kotla pada s poboljšanjem topinskih svojstava izolacije, energija koju kotlu treba predati smanjuje se s povećanjem debljine izolacijskog sloja. Ako se uzme u obzir da se vrijednosti učinkovitosti generatora topline mijenjaju na razini od 0.98 do 0.99 (1% promjene), a potrebna energija za grijanje $Q_{H,nd}$ na razini od 19787 kWh do 12080 kWh (promjena od 39%) vidljivo je da su rezultati dosljedni.

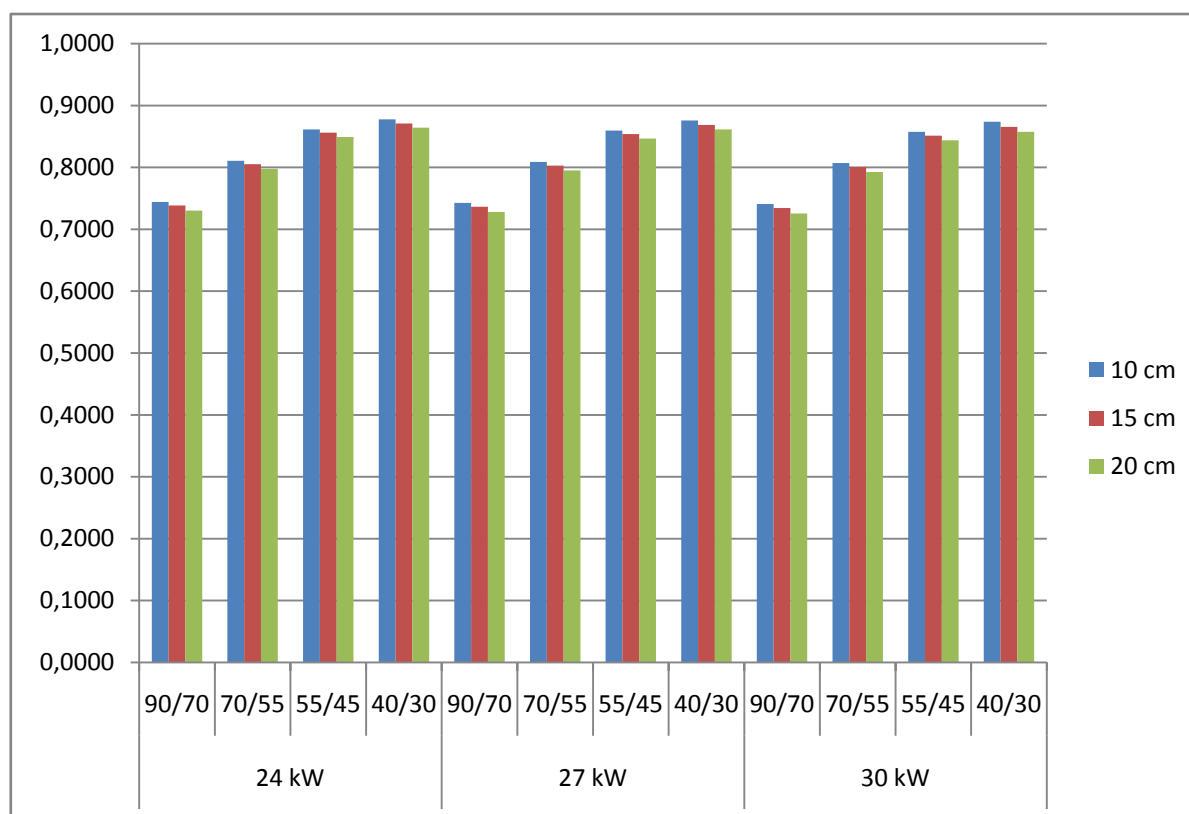
Valja prikazati i vrijednosti učinkovitosti pojedinih izvedbi sustava grijanja, ako ne uračunamo energiju utrošenu za pripremu PTV-a. U proračunskoj tablici pri postavljanju vrijednosti energije koju podsustav proizvodnje treba predati, u ovom slučaju, zanemarit će se potrebna energija za pripremu PTV-a ($Q_W=0$). Rezultati se prikazuju kao omjer potrebne

energije za grijanje prema HRN EN ISO 13790 i energije koju je gorivom potrebno isporučiti podsustavu proizvodnje topline. U tablici 5.1 nalaze se rezultati proračuna.

| | | Debljina izolacije | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|---------------------------|-------|--------------------|----------|----------|----------|
| | | QH,nd (kWh) | 19787 | 14372 | 12080 |
| QH, gen, in (kWh) | 24 kW | 90/70 | 26584,72 | 19461,53 | 16541,9 |
| | | 70/55 | 24406,73 | 17849,1 | 15144,61 |
| | | 55/45 | 22970,83 | 16786,43 | 14223,56 |
| | | 40/30 | 22545,1 | 16500,72 | 13980,1 |
| | 27 kW | 90/70 | 26644,17 | 19515,57 | 16593,95 |
| | | 70/55 | 24459,97 | 17899,12 | 15192,7 |
| | | 55/45 | 23020,31 | 16833,52 | 14269,14 |
| | | 40/30 | 22592,09 | 16545,93 | 14024,09 |
| | 30 kW | 90/70 | 26708,6 | 19572,22 | 16647,03 |
| | | 70/55 | 24517,97 | 17950,66 | 15241,47 |
| | | 55/45 | 23074,51 | 16881,84 | 14315,19 |
| | | 40/30 | 22643,69 | 16606,28 | 14087,46 |
| QH, nd/ QH, gen, in | 24 kW | 90/70 | 0,7443 | 0,7385 | 0,7303 |
| | | 70/55 | 0,8107 | 0,8052 | 0,7976 |
| | | 55/45 | 0,8614 | 0,8562 | 0,8493 |
| | | 40/30 | 0,8777 | 0,8710 | 0,8641 |
| | 27 kW | 90/70 | 0,7426 | 0,7364 | 0,7280 |
| | | 70/55 | 0,8090 | 0,8029 | 0,7951 |
| | | 55/45 | 0,8595 | 0,8538 | 0,8466 |
| | | 40/30 | 0,8758 | 0,8686 | 0,8614 |
| | 30 kW | 90/70 | 0,7408 | 0,7343 | 0,7257 |
| | | 70/55 | 0,8070 | 0,8006 | 0,7926 |
| | | 55/45 | 0,8575 | 0,8513 | 0,8439 |
| | | 40/30 | 0,8738 | 0,8655 | 0,8575 |

Tablica 5.1 Učinkovitost sustava grijanja

Rezultati izračuna toplinske učinkovitosti sustava grijanja u odnosu na potrebnu energiju za grijanje prikazani su i u dijagramu 5.2.



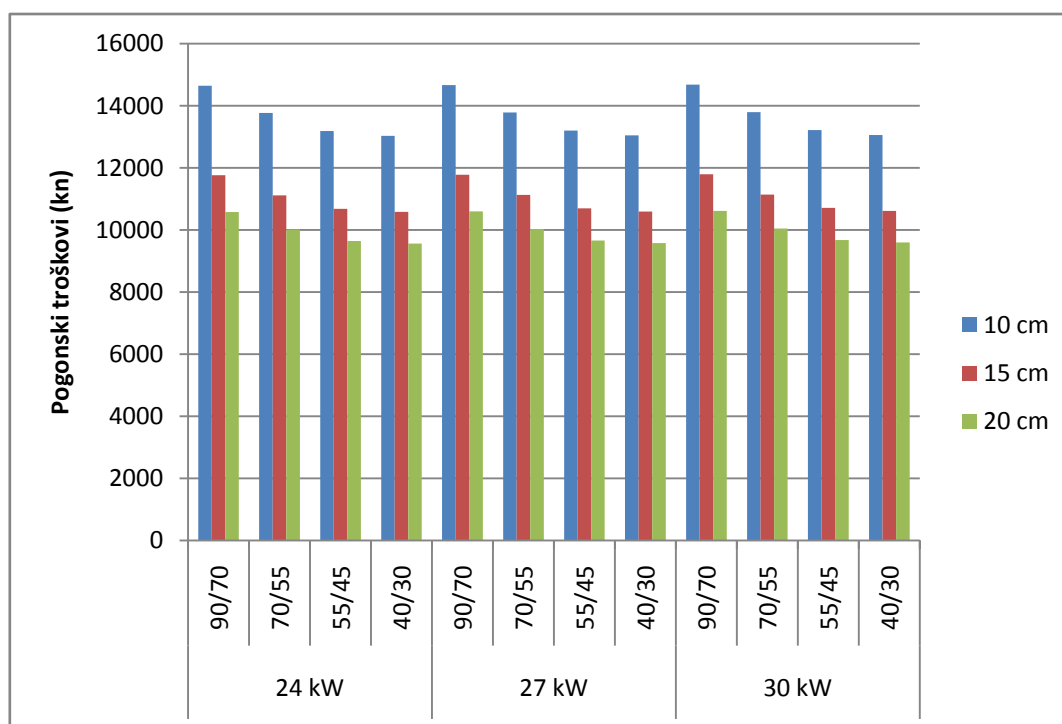
Dijagram 5.2 Učinkovitost sustava grijanja

Iz dijagrama je vidljivo da sustavi s podnim grijanjem (režim 40/30°C) imaju najveću učinkovitost. Iako prema proračunskom modelu utjecaj sporog regulacijskog odziva sustava podnog grijanja utječe na toplinske gubitke kod predaje topline u grijani prostor, gubici podsustava razvoda ogrjevnog medija manji su u takvoj mjeri da povećavaju ukupnu učinkovitost cijelog sustava.

Što se tiče ekonomske analize različitih rješenja termotehničkog sustava iz rezultata jevidljivoda nema smisla ulagati u kotao većeg nazivnog kapaciteta, koji uz to što je početna investicija skuplja ima i veće trošove energenta za grijanje. Da bismo procijenili koji je optimalan odabir temperaturnog režima ogrijevnog medija i nazivnog učina treba usporediti pogonske troškove različitih izvedbi sustava. Izračun je proveden s cijenama od 0.4 kn/kWh za plin i 0.63 kn/kWh za električnu energiju. Vrijednosti potrebnih pomoćnih energija, energija isporučenih generatoru topline i pogonskih troškova prikazane su u tablici 5.3. i dijagramu 5.3.

| Debljina izolacije AA1:F37 | | | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|---|-------|-------|----------|----------|----------|
| QHW, gen, in (kWh) | 24 kW | 90/70 | 35976,44 | 28866,62 | 25952,25 |
| | | 70/55 | 33804,58 | 27259,08 | 24559,74 |
| | | 55/45 | 32373,01 | 26199,43 | 23642,25 |
| | | 40/30 | 31947,54 | 25914,2 | 23411,61 |
| | 27 kW | 90/70 | 36037,39 | 28921,11 | 26005,47 |
| | | 70/55 | 33859,73 | 27309,65 | 24609,51 |
| | | 55/45 | 32424,23 | 26247,8 | 23689,43 |
| | | 40/30 | 31996,09 | 25960,85 | 23457,21 |
| | 30 kW | 90/70 | 36105,89 | 28980,69 | 26061,87 |
| | | 70/55 | 33921,09 | 27364,68 | 24661,4 |
| | | 55/45 | 32481,09 | 26299,51 | 23738,47 |
| | | 40/30 | 32050,33 | 26024,53 | 23523,47 |
| $\Sigma W, H, aux$ $+\Sigma W, W, aux$ | 24 kW | 90/70 | 406,58 | 340,7864 | 314,228 |
| | | 70/55 | 388,5846 | 329,1425 | 304,3172 |
| | | 55/45 | 376,8987 | 321,6672 | 297,6092 |
| | | 40/30 | 398,1083 | 340,7715 | 315,5049 |
| | 27 kW | 90/70 | 397,46 | 334,9413 | 308,2252 |
| | | 70/55 | 380,14 | 323,3249 | 298,3689 |
| | | 55/45 | 369,23 | 315,4933 | 292,2104 |
| | | 40/30 | 390,68 | 334,5696 | 310,2418 |
| | 30 kW | 90/70 | 375,67 | 319,8879 | 295,6304 |
| | | 70/55 | 361,0692 | 309,3518 | 287,4101 |
| | | 55/45 | 351,8515 | 302,7622 | 282,2638 |
| | | 40/30 | 373,6098 | 322,2052 | 300,5453 |
| Pogonski troškovi (kn) | 24 kW | 90/70 | 14646,72 | 11761,34 | 10578,86 |
| | | 70/55 | 13766,64 | 11110,99 | 10015,62 |
| | | 55/45 | 13186,65 | 10682,42 | 9644,392 |
| | | 40/30 | 13029,82 | 10580,37 | 9563,411 |
| | 27 kW | 90/70 | 14665,35 | 11779,46 | 10596,37 |
| | | 70/55 | 13783,38 | 11127,56 | 10031,78 |
| | | 55/45 | 13202,31 | 10697,88 | 9659,865 |
| | | 40/30 | 13044,57 | 10595,12 | 9578,334 |
| | 30 kW | 90/70 | 14679,03 | 11793,81 | 10610,99 |
| | | 70/55 | 13795,91 | 11140,76 | 10045,63 |
| | | 55/45 | 13214,1 | 10710,54 | 9673,213 |
| | | 40/30 | 13055,51 | 10612,8 | 9598,732 |

Tablica 5.2 Izračun pogonskih troškova



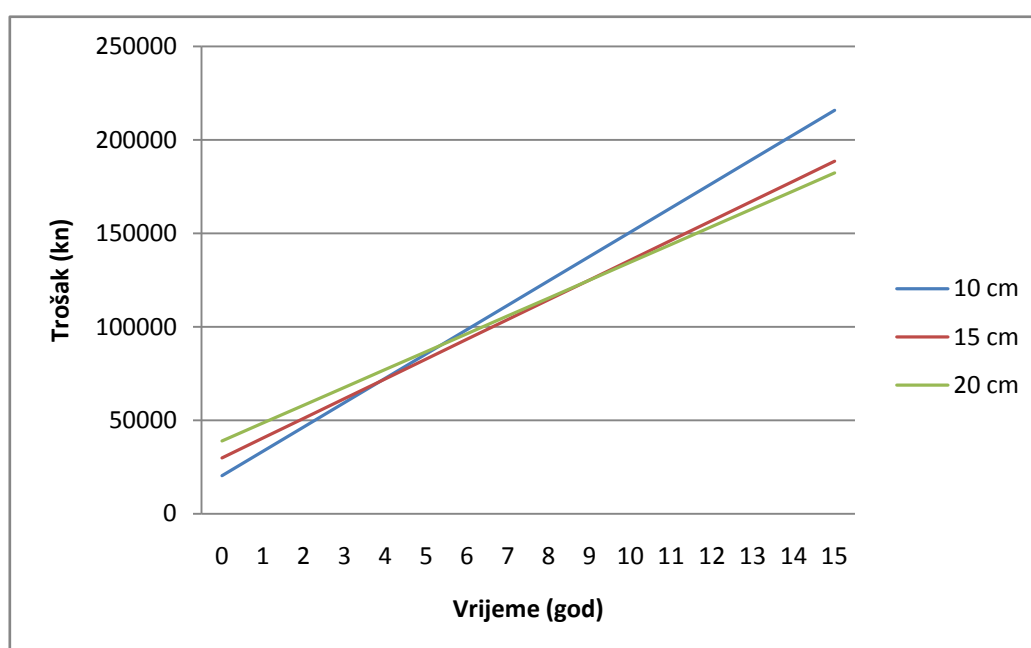
Dijagram 5.3 Pogonski troškovi sustava

Najmanji iznos pogonskih troškova sustava označen je crvenim poljem u tablici 5.2 i javlja se za izvedbu sustava s debljinom izolacije od 20 cm, nazivnim toplinskim učinkom kotla od 24 kW i podnim grijanjem temperaturnog režima 40/30°C.

Ostaje još provjeriti period isplativosti ulaganja u toplinsku zaštitu zgrade. Promatrat će se period isplativosti za sustav podnim grijanjem temperaturnog režima 40/30°C i kotlom nazivnog učina od 24 kW. Budući da je po važećem propisu Ministarstva graditeljstva maksimalna vrijednost U koeficijenta prolaza topline vanjskog zida 0.3 W/m²K period isplativosti investicije u bolja svojstva toplinske zaštite računat će se u odnosu na debljinu izolacije od 10 cm. Cijena kvadratnog metra stiropora debljine 10 cm je 43 kn/m², stiropora debljine 15 cm je 63 kn/m², a stiropora debljine 20 cm 82 kn/m². Proračun se vrši jednostavnom računicom povrata investicije s vrijednostima godišnjih troškova pogona. Troškovi investicije izračunati su kao umnožak površine vanjskih zidova i cijene pojedine debljine stiropora. Zanemarene su promjene cijene energenata i inflacija.

$$PPI = \frac{INVESTICIJA}{UŠTEDA}$$

Ušteda na pogonskim troškovima za debljinu izolacije od 15 cm u odnosu na 10 cm je 2450 kn uz početnu investiciju od 9500 kn, što daje period povrata investicije od 3.9 god. Izvedba vanjske ovojnice debljinom izolacije od 20 cm daje uštedu pogonskih troškova od 3470 kn godišnje i početnu investiciju od 18525 kn iz čega slijedi period povrata investicije od 5.4 godine. Isplativost investicije toplinske zaštite od 20 cm u odnosu na 15 cm, uz razliku u investiciji od 9025 kn i uštedu u pogonskim troškovima od 1015 kn godišnje, je nakon 6.9 godina. Prikaz perioda povrata investicije nalazi se u dijagramu 5.4.



Dijagram 5.4 Prikaz povrata investicije

6. Zaključak

Prilikom izrade ovog rada proveden je proračun projektnih toplinskih gubitaka za različita svojstva toplinske zaštite zgrade prema važećoj normi HRNEN12831 korištenjem programskog paketa IntegraCAD. Utvrđena je potrebna energija za grijanje prema HRNENISO 13790, također za različite izvedbe toplinske zaštite objekta. Proračun potrebne energije za grijanje rađen je samostalno prema „Algoritmu za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ u tabličnom kalkulatoru.

Analizaučinkovitosti sustava grijanja za različite pogonske parametre, idejna rješenja i svojstva toplinske zaštite građevine provedena je prema „Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama“ vlastito razvijenom metodom. Rezultati proračuna i naknadne analize pogonskih troškova i učinkovitosti sustava ukazali su na slijedeće optimalno rješenje:

Nazivni učin kotla: 24 kW

Temperaturni režim ogrijevnog medija: 40/30 °C

Vrsta ogrijevnih tijela: panelno podno grijanje

Izvedba vanjske ovojnice: izolacija od 20 cm ($U = 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Hidraulička shema optimalnog sustava nalazi se u prilogu 1.

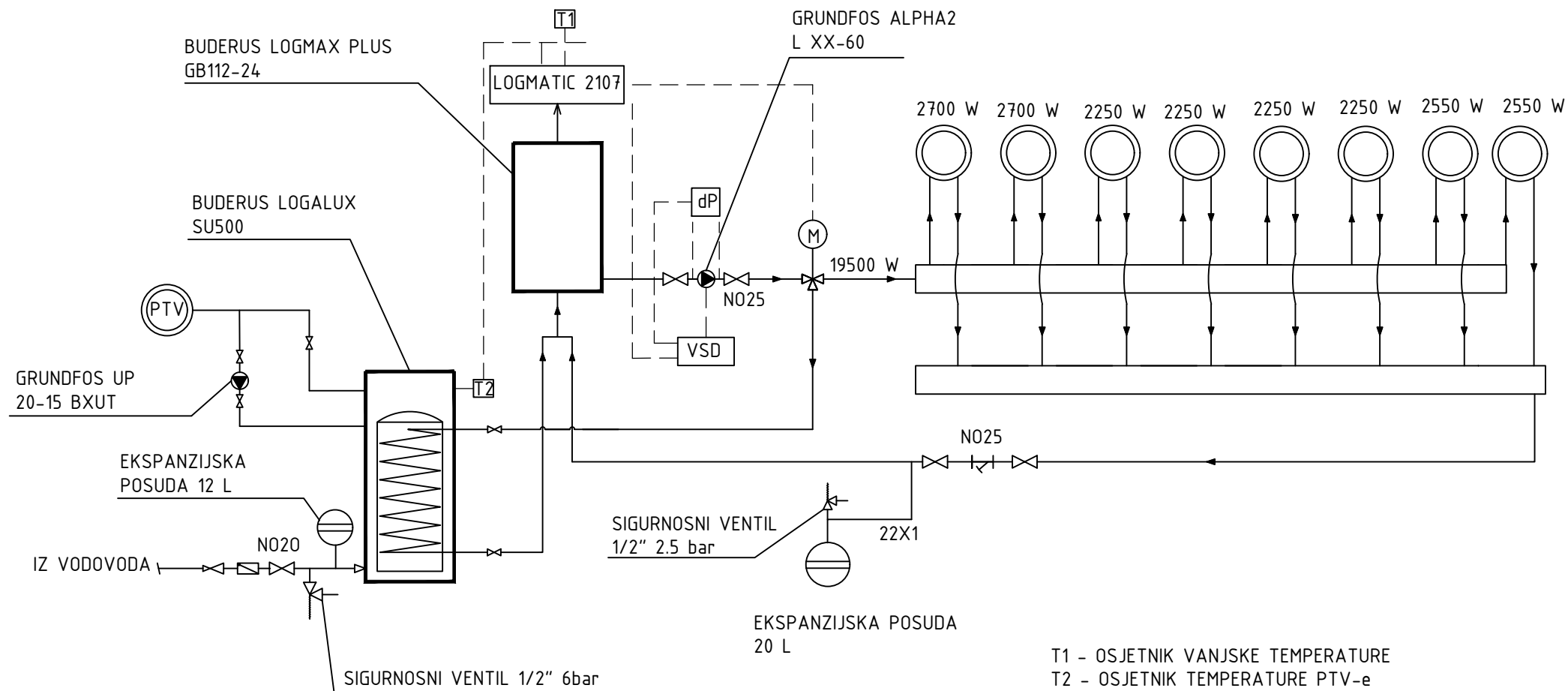
Prilikom analize učinkovitosti sustava donosi se zaključak da plinski kondenzacijski kotao treba dimenzionirati tako da mu se vrijednost nazivnog toplinskog učina što više približava projektnim toplinskim gubicima. Plinski kondenzacijski kotao, koji veći dio sezone grijanja radi sa smanjenim postotkom opterećenja, imat će nižu učinkovitost od pravilno odabranog kotla koji radi sa većim postotkom nazivnog učina kroz cijelu godinu.

U opsegu rada izračunat je i period povratka investicije za različita svojstva toplinske zaštite objekta i donesen zaključak da će se ulaganje u izolaciju toplinskih svojstava $U = 0.161 \text{ W/m}^2\text{K}$ u odnosu na maksimalnu dozvoljenu vrijednost prema tehničkom propisu Ministarstva graditeljstva ($0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$) isplatiti u periodu od 5 godina.

Literatura

- [1] „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“, V. Soldo, S. Novak, I. Horvat, FSB, 2014., Zagreb
- [2] „Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama“, D. Dović, I. Horvat, A. Rodić, V. Soldo, S. Švaić, FSB, 2015., Zagreb
- Podloge za predavanje iz kolegija „Grijanje“, I. Balen, FSB, Zagreb
 - „Grejanje i klimatizacija“, Recknagel, Sprenger, Shramek, Čeperković, Interklima, 2011., Vrnjačka Banja
 - <http://www.buderus.com.hr/>
 - <https://www.grundfos.com/>
 - <http://www.eihp.hr/> -Energetski institut Hrvoje Požar
 - <http://www.mgipu.hr/> -Ministarstvo graditeljstva
 - <http://www.ikoma.hr/> -prodajni centar građevinskih materijal

Prilog 1 Hidraulička shema sustava



T1 - OSJETNIK VANJSKE TEMPERATURE
 T2 - OSJETNIK TEMPERATURE PTV-e
 dP - MJERAČ DIFERENCIJALNOG TLAKA

Prilog 2 Proračun prema HRN EN 12831

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|--------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---|---|---|---|
| 1 | Projekt: | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Toplinska bilanca 10 cm | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | K1 | podrum | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | S1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 8 | P1 | 0a1 | 5 | 20 | 194 | 115 | 79 | 0 | 0 | - 194 | 0 | | | | |
| 9 | P4 | 0a2 | 22 | 20 | 1124 | 778 | 346 | 0 | 0 | - 1124 | 0 | | | | |
| 10 | P5 | 0a4 | 5 | 20 | 232 | 153 | 79 | 0 | 0 | - 232 | 0 | | | | |
| 11 | P6 | 0a5 | 10 | 20 | 412 | 260 | 152 | 0 | 0 | - 412 | 0 | | | | |
| 12 | P7 | 0a6 | 15 | 20 | 1042 | 802 | 240 | 0 | 0 | - 1042 | 0 | | | | |
| 13 | | Ukupno: | | | 3004 | 2108 | 896 | 0 | - 3004 | | | | | | |
| 14 | S2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 16 | P8 | 0b1 | 5 | 20 | 526 | 448 | 78 | 0 | 0 | - 526 | 0 | | | | |
| 17 | P9 | 0b2 | 23 | 20 | 1129 | 779 | 350 | 0 | 0 | - 1129 | 0 | | | | |
| 18 | P10 | 0b4 | 5 | 20 | 337 | 256 | 81 | 0 | 0 | - 337 | 0 | | | | |
| 19 | P11 | 0b5 | 10 | 20 | 413 | 260 | 153 | 0 | 0 | - 413 | 0 | | | | |
| 20 | P12 | 0b6 | 15 | 20 | 922 | 682 | 240 | 0 | 0 | - 922 | 0 | | | | |
| 21 | | Ukupno: | | | 3327 | 2425 | 902 | 0 | - 3327 | | | | | | |
| 22 | | Ukupno: podrum | | | 6331 | 4533 | 1798 | 0 | - 6331 | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | K2 | prizemlje | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | S3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 27 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 228 | 115 | 113 | 0 | 0 | - 228 | 0 | | | | |
| 28 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 1080 | 751 | 329 | 0 | 0 | - 1080 | 0 | | | | |
| 29 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 249 | 160 | 89 | 0 | 0 | - 249 | 0 | | | | |
| 30 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 459 | 307 | 152 | 0 | 0 | - 459 | 0 | | | | |
| 31 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 632 | 447 | 185 | 0 | 0 | - 632 | 0 | | | | |
| 32 | | Ukupno: | | | 2648 | 1780 | 868 | 0 | - 2648 | | | | | | |
| 33 | S4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 35 | P6 | 2.1 | 6 | 20 | 227 | 121 | 106 | 0 | 0 | - 227 | 0 | | | | |
| 36 | P7 | 2.2 | 21 | 20 | 1081 | 751 | 330 | 0 | 0 | - 1081 | 0 | | | | |
| 37 | P8 | 2.4 | 6 | 20 | 251 | 160 | 91 | 0 | 0 | - 251 | 0 | | | | |
| 38 | P9 | 2.5 | 10 | 20 | 540 | 387 | 153 | 0 | 0 | - 540 | 0 | | | | |
| 39 | P10 | 2.6 | 11 | 20 | 627 | 447 | 180 | 0 | 0 | - 627 | 0 | | | | |
| 40 | | Ukupno: | | | 2726 | 1866 | 860 | 0 | - 2726 | | | | | | |
| 41 | | Ukupno: | | | 5374 | 3646 | 1728 | 0 | - 5374 | | | | | | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|-----------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | K3 | 1. kat | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | S5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) 000 | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² 000 | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 228 | 115 | 113 | 0 | 0 | - 228 | 0 | | | | |
| 47 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 1080 | 751 | 329 | 0 | 0 | - 1080 | 0 | | | | |
| 48 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 249 | 160 | 89 | 0 | 0 | - 249 | 0 | | | | |
| 49 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 459 | 307 | 152 | 0 | 0 | - 459 | 0 | | | | |
| 50 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 632 | 447 | 185 | 0 | 0 | - 632 | 0 | | | | |
| 51 | | Ukupno: | | | 2648 | 1780 | 868 | 0 | - 2648 | | | | | | |
| 52 | S6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) 000 | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² 000 | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | P6 | 2.1 | 6 | 20 | 227 | 121 | 106 | 0 | 0 | - 227 | 0 | | | | |
| 55 | P7 | 2.2 | 21 | 20 | 1081 | 751 | 330 | 0 | 0 | - 1081 | 0 | | | | |
| 56 | P8 | 2.4 | 6 | 20 | 251 | 160 | 91 | 0 | 0 | - 251 | 0 | | | | |
| 57 | P9 | 2.5 | 10 | 20 | 540 | 387 | 153 | 0 | 0 | - 540 | 0 | | | | |
| 58 | P10 | 2.6 | 11 | 20 | 627 | 447 | 180 | 0 | 0 | - 627 | 0 | | | | |
| 59 | | Ukupno: | | | 2726 | 1866 | 860 | 0 | - 2726 | | | | | | |
| 60 | | Ukupno: 1. kat | | | 5374 | 3646 | 1728 | 0 | - 5374 | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | K4 | 2. kat | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | S7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) 000 | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² 000 | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 256 | 143 | 113 | 0 | 0 | - 256 | 0 | | | | |
| 66 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 1162 | 833 | 329 | 0 | 0 | - 1162 | 0 | | | | |
| 67 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 271 | 182 | 89 | 0 | 0 | - 271 | 0 | | | | |
| 68 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 496 | 344 | 152 | 0 | 0 | - 496 | 0 | | | | |
| 69 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 678 | 493 | 185 | 0 | 0 | - 678 | 0 | | | | |
| 70 | | Ukupno: | | | 2863 | 1995 | 868 | 0 | - 2863 | | | | | | |
| 71 | S8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) 000 | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² 000 | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | P6 | 2.1 | 6 | 20 | 253 | 147 | 106 | 0 | 0 | - 253 | 0 | | | | |
| 74 | P7 | 2.2 | 21 | 20 | 1252 | 922 | 330 | 0 | 0 | - 1252 | 0 | | | | |
| 75 | P8 | 2.4 | 6 | 20 | 274 | 183 | 91 | 0 | 0 | - 274 | 0 | | | | |
| 76 | P9 | 2.5 | 10 | 20 | 578 | 425 | 153 | 0 | 0 | - 578 | 0 | | | | |
| 77 | P10 | 2.6 | 11 | 20 | 671 | 491 | 180 | 0 | 0 | - 671 | 0 | | | | |
| 78 | | Ukupno: | | | 3028 | 2168 | 860 | 0 | - 3028 | | | | | | |
| 79 | | Ukupno: 2. kat | | | 5891 | 4163 | 1728 | 0 | - 5891 | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | Ukupno: | | | 22970 | 15988 | 6982 | 0 | - 22970 | | | | | | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|--------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---|---|---|---|
| 1 | Projekt: | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Toplinska bilanca 15 cm | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | K1 | podrum | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 8 | P1 | 0a1 | 5 | 20 | 181 | 102 | 79 | 0 | 0 | - 181 | 0 | | | | |
| 9 | P2 | 0a2 | 22 | 20 | 1044 | 698 | 346 | 0 | 0 | - 1044 | 0 | | | | |
| 10 | P3 | 0a4 | 5 | 20 | 220 | 141 | 79 | 0 | 0 | - 220 | 0 | | | | |
| 11 | P4 | 0a5 | 10 | 20 | 378 | 226 | 152 | 0 | 0 | - 378 | 0 | | | | |
| 12 | P5 | 0a6 | 15 | 20 | 909 | 669 | 240 | 0 | 0 | - 909 | 0 | | | | |
| 13 | | Ukupno: | | | 2732 | 1836 | 896 | 0 | - 2732 | | | | | | |
| 14 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 16 | P6 | 0b1 | 5 | 20 | 485 | 407 | 78 | 0 | 0 | - 485 | 0 | | | | |
| 17 | P7 | 0b2 | 23 | 20 | 1049 | 699 | 350 | 0 | 0 | - 1049 | 0 | | | | |
| 18 | P8 | 0b4 | 5 | 20 | 290 | 209 | 81 | 0 | 0 | - 290 | 0 | | | | |
| 19 | P9 | 0b5 | 10 | 20 | 379 | 226 | 153 | 0 | 0 | - 379 | 0 | | | | |
| 20 | P10 | 0b6 | 15 | 20 | 789 | 549 | 240 | 0 | 0 | - 789 | 0 | | | | |
| 21 | | Ukupno: | | | 2992 | 2090 | 902 | 0 | - 2992 | | | | | | |
| 22 | | Ukupno: podrum | | | 5724 | 3926 | 1798 | 0 | - 5724 | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | K2 | prizemlje | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 27 | P2 | 1.1 | 7 | 20 | 215 | 102 | 113 | 0 | 0 | - 215 | 0 | | | | |
| 28 | P3 | 1.2 | 21 | 20 | 1007 | 678 | 329 | 0 | 0 | - 1007 | 0 | | | | |
| 29 | P4 | 1.4 | 5 | 20 | 235 | 146 | 89 | 0 | 0 | - 235 | 0 | | | | |
| 30 | P5 | 1.5 | 10 | 20 | 411 | 259 | 152 | 0 | 0 | - 411 | 0 | | | | |
| 31 | P6 | 1.6 | 12 | 20 | 566 | 381 | 185 | 0 | 0 | - 566 | 0 | | | | |
| 32 | | Ukupno: | | | 2434 | 1566 | 868 | 0 | - 2434 | | | | | | |
| 33 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² | | | | |
| 35 | P7 | 2.1 | 6 | 20 | 212 | 106 | 106 | 0 | 0 | - 212 | 0 | | | | |
| 36 | P8 | 2.2 | 21 | 20 | 1008 | 678 | 330 | 0 | 0 | - 1008 | 0 | | | | |
| 37 | P9 | 2.4 | 6 | 20 | 237 | 146 | 91 | 0 | 0 | - 237 | 0 | | | | |
| 38 | P10 | 2.5 | 10 | 20 | 449 | 296 | 153 | 0 | 0 | - 449 | 0 | | | | |
| 39 | P11 | 2.6 | 11 | 20 | 561 | 381 | 180 | 0 | 0 | - 561 | 0 | | | | |
| 40 | | Ukupno: | | | 2467 | 1607 | 860 | 0 | - 2467 | | | | | | |
| 41 | | Ukupno: | | | 4901 | 3173 | 1728 | 0 | - 4901 | | | | | | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| 43 | K3 | 1. kat | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 215 | 102 | 113 | 0 | 0 | - 215 | 0 | | | | |
| 47 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 1007 | 678 | 329 | 0 | 0 | - 1007 | 0 | | | | |
| 48 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 235 | 146 | 89 | 0 | 0 | - 235 | 0 | | | | |
| 49 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 411 | 259 | 152 | 0 | 0 | - 411 | 0 | | | | |
| 50 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 566 | 381 | 185 | 0 | 0 | - 566 | 0 | | | | |
| 51 | | Ukupno: | | | 2434 | 1566 | 868 | 0 | - 2434 | | | | | | |
| 52 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | P6 | 2.1 | 6 | 20 | 212 | 106 | 106 | 0 | 0 | - 212 | 0 | | | | |
| 55 | P7 | 2.2 | 21 | 20 | 1008 | 678 | 330 | 0 | 0 | - 1008 | 0 | | | | |
| 56 | P8 | 2.4 | 6 | 20 | 237 | 146 | 91 | 0 | 0 | - 237 | 0 | | | | |
| 57 | P9 | 2.5 | 10 | 20 | 449 | 296 | 153 | 0 | 0 | - 449 | 0 | | | | |
| 58 | P10 | 2.6 | 11 | 20 | 561 | 381 | 180 | 0 | 0 | - 561 | 0 | | | | |
| 59 | | Ukupno: | | | 2467 | 1607 | 860 | 0 | - 2467 | | | | | | |
| 60 | | Ukupno: 1. kat | | | 4901 | 3173 | 1728 | 0 | - 4901 | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | K4 | 2. kat | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 243 | 130 | 113 | 0 | 0 | - 243 | 0 | | | | |
| 66 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 1089 | 760 | 329 | 0 | 0 | - 1089 | 0 | | | | |
| 67 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 257 | 168 | 89 | 0 | 0 | - 257 | 0 | | | | |
| 68 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 449 | 297 | 152 | 0 | 0 | - 449 | 0 | | | | |
| 69 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 612 | 427 | 185 | 0 | 0 | - 612 | 0 | | | | |
| 70 | | Ukupno: | | | 2650 | 1782 | 868 | 0 | - 2650 | | | | | | |
| 71 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | P6 | 2.1 | 6 | 20 | 238 | 132 | 106 | 0 | 0 | - 238 | 0 | | | | |
| 74 | P7 | 2.2 | 21 | 20 | 1179 | 849 | 330 | 0 | 0 | - 1179 | 0 | | | | |
| 75 | P8 | 2.4 | 6 | 20 | 260 | 169 | 91 | 0 | 0 | - 260 | 0 | | | | |
| 76 | P9 | 2.5 | 10 | 20 | 487 | 334 | 153 | 0 | 0 | - 487 | 0 | | | | |
| 77 | P10 | 2.6 | 11 | 20 | 605 | 425 | 180 | 0 | 0 | - 605 | 0 | | | | |
| 78 | | Ukupno: | | | 2769 | 1909 | 860 | 0 | - 2769 | | | | | | |
| 79 | | Ukupno: 2. kat | | | 5419 | 3691 | 1728 | 0 | - 5419 | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | Ukupno: | | | 20945 | 13963 | 6982 | 0 | - 20945 | | | | | | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|--------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| 1 | Projekt: | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Toplinska bilanca 20 cm | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | K1 | podrum | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 8 | P1 | 0a1 | 5 | 20 | 181 | 102 | 79 | 0 | 0 | - 181 | 0 | | | | |
| 9 | P2 | 0a2 | 22 | 20 | 961 | 615 | 346 | 0 | 0 | - 961 | 0 | | | | |
| 10 | P3 | 0a4 | 5 | 20 | 206 | 127 | 79 | 0 | 0 | - 206 | 0 | | | | |
| 11 | P4 | 0a5 | 10 | 20 | 350 | 198 | 152 | 0 | 0 | - 350 | 0 | | | | |
| 12 | P5 | 0a6 | 15 | 20 | 851 | 611 | 240 | 0 | 0 | - 851 | 0 | | | | |
| 13 | | Ukupno: | | | 2549 | 1653 | 896 | 0 | - 2549 | | | | | | |
| 14 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 16 | P1 | 0b1 | 5 | 20 | 485 | 407 | 78 | 0 | 0 | - 485 | 0 | | | | |
| 17 | P2 | 0b2 | 23 | 20 | 966 | 616 | 350 | 0 | 0 | - 966 | 0 | | | | |
| 18 | P3 | 0b4 | 5 | 20 | 275 | 194 | 81 | 0 | 0 | - 275 | 0 | | | | |
| 19 | P4 | 0b5 | 10 | 20 | 350 | 197 | 153 | 0 | 0 | - 350 | 0 | | | | |
| 20 | P5 | 0b6 | 15 | 20 | 731 | 491 | 240 | 0 | 0 | - 731 | 0 | | | | |
| 21 | | Ukupno: | | | 2807 | 1905 | 902 | 0 | - 2807 | | | | | | |
| 22 | | Ukupno: podrum | | | 5356 | 3558 | 1798 | 0 | - 5356 | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | K2 | prizemlje | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 27 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 215 | 102 | 113 | 0 | 0 | - 215 | 0 | | | | |
| 28 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 925 | 596 | 329 | 0 | 0 | - 925 | 0 | | | | |
| 29 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 219 | 130 | 89 | 0 | 0 | - 219 | 0 | | | | |
| 30 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 375 | 223 | 152 | 0 | 0 | - 375 | 0 | | | | |
| 31 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 509 | 324 | 185 | 0 | 0 | - 509 | 0 | | | | |
| 32 | | Ukupno: | | | 2243 | 1375 | 868 | 0 | - 2243 | | | | | | |
| 33 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 35 | P1 | 2.1 | 6 | 20 | 212 | 106 | 106 | 0 | 0 | - 212 | 0 | | | | |
| 36 | P2 | 2.2 | 21 | 20 | 926 | 596 | 330 | 0 | 0 | - 926 | 0 | | | | |
| 37 | P3 | 2.4 | 6 | 20 | 221 | 130 | 91 | 0 | 0 | - 221 | 0 | | | | |
| 38 | P4 | 2.5 | 10 | 20 | 421 | 268 | 153 | 0 | 0 | - 421 | 0 | | | | |
| 39 | P5 | 2.6 | 11 | 20 | 504 | 324 | 180 | 0 | 0 | - 504 | 0 | | | | |
| 40 | | Ukupno: | | | 2284 | 1424 | 860 | 0 | - 2284 | | | | | | |
| 41 | | Ukupno: | | | 4527 | 2799 | 1728 | 0 | - 4527 | | | | | | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| 43 | K3 | 1. kat | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 215 | 102 | 113 | 0 | 0 | - 215 | 0 | | | | |
| 47 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 925 | 596 | 329 | 0 | 0 | - 925 | 0 | | | | |
| 48 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 219 | 130 | 89 | 0 | 0 | - 219 | 0 | | | | |
| 49 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 375 | 223 | 152 | 0 | 0 | - 375 | 0 | | | | |
| 50 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 509 | 324 | 185 | 0 | 0 | - 509 | 0 | | | | |
| 51 | | Ukupno: | | | 2243 | 1375 | 868 | 0 | - 2243 | | | | | | |
| 52 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | P1 | 2.1 | 6 | 20 | 212 | 106 | 106 | 0 | 0 | - 212 | 0 | | | | |
| 55 | P2 | 2.2 | 21 | 20 | 926 | 596 | 330 | 0 | 0 | - 926 | 0 | | | | |
| 56 | P3 | 2.4 | 6 | 20 | 221 | 130 | 91 | 0 | 0 | - 221 | 0 | | | | |
| 57 | P4 | 2.5 | 10 | 20 | 421 | 268 | 153 | 0 | 0 | - 421 | 0 | | | | |
| 58 | P5 | 2.6 | 11 | 20 | 504 | 324 | 180 | 0 | 0 | - 504 | 0 | | | | |
| 59 | | Ukupno: | | | 2284 | 1424 | 860 | 0 | - 2284 | | | | | | |
| 60 | | Ukupno: 1. kat | | | 4527 | 2799 | 1728 | 0 | - 4527 | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | K4 | 2. kat | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | P1 | 1.1 | 7 | 20 | 243 | 130 | 113 | 0 | 0 | - 243 | 0 | | | | |
| 66 | P2 | 1.2 | 21 | 20 | 1007 | 678 | 329 | 0 | 0 | - 1007 | 0 | | | | |
| 67 | P3 | 1.4 | 5 | 20 | 241 | 152 | 89 | 0 | 0 | - 241 | 0 | | | | |
| 68 | P4 | 1.5 | 10 | 20 | 413 | 261 | 152 | 0 | 0 | - 413 | 0 | | | | |
| 69 | P5 | 1.6 | 12 | 20 | 555 | 370 | 185 | 0 | 0 | - 555 | 0 | | | | |
| 70 | | Ukupno: | | | 2459 | 1591 | 868 | 0 | - 2459 | | | | | | |
| 71 | Sta | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | Prostorija | A (m²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) | Phi RH (W) (%) | Qinst (W) | Qost (W) | Qinst/ m² (W) | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | P1 | 2.1 | 6 | 20 | 238 | 132 | 106 | 0 | 0 | - 238 | 0 | | | | |
| 74 | P2 | 2.2 | 21 | 20 | 1097 | 767 | 330 | 0 | 0 | - 1097 | 0 | | | | |
| 75 | P3 | 2.4 | 6 | 20 | 244 | 153 | 91 | 0 | 0 | - 244 | 0 | | | | |
| 76 | P4 | 2.5 | 10 | 20 | 459 | 306 | 153 | 0 | 0 | - 459 | 0 | | | | |
| 77 | P5 | 2.6 | 11 | 20 | 549 | 369 | 180 | 0 | 0 | - 549 | 0 | | | | |
| 78 | | Ukupno: | | | 2587 | 1727 | 860 | 0 | - 2587 | | | | | | |
| 79 | | Ukupno: 2. kat | | | 5046 | 3318 | 1728 | 0 | - 5046 | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | Ukupno: | | | 19456 | 12474 | 6982 | 0 | - 19456 | | | | | | |

Prilog 3 Proračun prema HRN EN ISO 13790

| Klimatski podaci | | | | | | | | vrijeme (h) | mjesec | Qtr kWh | Qve kWh | Qht kWh | Qint kWh |
|------------------|------|------------------|-----|-----|-----|-----|---------|-------------|--------|------------|------------|------------|-------------|
| mjesec | θe,m | Zračenje (MJ/m2) | | | | | br dana | | | | | | |
| | | Jl | JZ | Sl | SZ | hor | | | | | | | |
| 1 | -0,6 | 243 | 243 | 64 | 64 | 181 | 31 | 744 | sij | 5625,187 | 3022,366 | 8647,553 | 1674 |
| 2 | 2,2 | 308 | 308 | 81 | 81 | 263 | 28 | 672 | velj | 4390,218 | 2358,828 | 6749,046 | 1512 |
| 3 | 6,5 | 396 | 396 | 133 | 133 | 437 | 31 | 744 | ožu | 3686,409 | 1980,677 | 5667,086 | 1674 |
| 4 | 11,2 | 403 | 403 | 204 | 204 | 563 | 30 | 720 | tra | 2325,477 | 1249,459 | 3574,936 | 1620 |
| 5 | 15,9 | 417 | 417 | 324 | 324 | 694 | 31 | 744 | svi | 1119,576 | 601,5389 | 1721,115 | 1674 |
| 6 | 19,2 | 411 | 411 | 372 | 372 | 745 | 30 | 720 | lip | 211,407 | 113,5872 | 324,9942 | 1620 |
| 7 | 21,1 | 442 | 442 | 367 | 367 | 767 | 31 | 744 | srp | -300,374 | -161,388 | -461,763 | 1674 |
| 8 | 20,1 | 443 | 443 | 263 | 263 | 686 | 31 | 744 | kol | -27,3067 | -14,6717 | -41,9784 | 1674 |
| 9 | 16,6 | 429 | 429 | 143 | 143 | 505 | 30 | 720 | ruj | 898,4796 | 482,7456 | 1381,225 | 1620 |
| 10 | 11,1 | 416 | 416 | 103 | 103 | 372 | 31 | 744 | lis | 2430,299 | 1305,78 | 3736,079 | 1674 |
| 11 | 5,6 | 272 | 272 | 67 | 67 | 204 | 30 | 720 | stu | 3805,326 | 2044,57 | 5849,895 | 1620 |
| 12 | 0,9 | 224 | 224 | 56 | 56 | 156 | 31 | 744 | pro | 5215,586 | 2802,291 | 8017,877 | 1674 |

| Q sol (kWh) | | | | | Qh, gn | γ | η | Qh, nd kWh | Q"h, nd,ref (kWh/m2a) |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|---------------|--------------------------|
| Jl | JZ | Sl | SZ | hor | | | | | |
| 456,886715 | 741,0303 | 67,97465 | 164,5374 | 12,37953 | 3116,809 | 0,36 | 0,980685 | 5591 | 12,4244444 |
| 612,703625 | 972,8528 | 119,4628 | 241,675 | 51,78674 | 3510,481 | 0,52 | 0,946 | 3428 | 7,61777778 |
| 802,641309 | 1265,69 | 240,72 | 441,3894 | 116,8344 | 4541,275 | 0,801 | 0,852 | 1798 | 3,99555556 |
| 821,436048 | 1292,67 | 421,4484 | 729,2421 | 170,2287 | 5055,025 | 1,414 | 0,627 | 405 | 0,9 |
| 850,097822 | 1337,702 | 718,8992 | 1207,748 | 221,6972 | 6010,145 | 3,492 | 0,284 | 14 | 0,03111111 |
| 839,514719 | 1320,103 | 842,0458 | 1403,317 | 244,4896 | 6269,47 | 19,291 | 0,052 | 0 | 0 |
| 906,593671 | 1423,431 | 826,5521 | 1380,279 | 251,4832 | 6462,339 | -13,995 | -0,071 | 0 | 0 |
| 908,853505 | 1426,86 | 566,1823 | 962,9948 | 218,433 | 5757,324 | -137,15 | -0,007 | 0 | 0 |
| 880,19173 | 1381,828 | 268,7315 | 484,4888 | 146,5632 | 4781,803 | 3,462 | 0,286 | 14 | 0,03111111 |
| 847,837988 | 1334,273 | 165,6133 | 321,019 | 90,31262 | 4433,056 | 1,187 | 0,704 | 615 | 1,36666667 |
| 525,3978 | 843,4516 | 78,46122 | 179,5503 | 23,74715 | 3270,608 | 0,559 | 0,935 | 2792 | 6,20444444 |
| 413,94987 | 675,8765 | 47,9462 | 132,4386 | 2,178862 | 2946,39 | 0,367 | 0,98 | 5130 | 11,4 |

sum= 19787 43,97 kWh/m2a

| Klimatski podaci | | | | | | | | vrijeme (h) | mjesec | Qtr kWh | Qve kWh | Qht kWh | Qint kWh |
|------------------|------|------------------|-----|-----|-----|-----|---------|-------------|--------|------------|------------|------------|-------------|
| mjesec | θe,m | Zračenje (MJ/m2) | | | | | br dana | | | | | | |
| | | Jl | JZ | Sl | SZ | hor | | | | | | | |
| 1 | -0,6 | 243 | 243 | 64 | 64 | 181 | 31 | 744 | sij | 4155,202 | 3022,366 | 7177,568 | 1674 |
| 2 | 2,2 | 308 | 308 | 81 | 81 | 263 | 28 | 672 | velj | 3242,957 | 2358,828 | 5601,785 | 1512 |
| 3 | 6,5 | 396 | 396 | 133 | 133 | 437 | 31 | 744 | ožu | 2723,069 | 1980,677 | 4703,746 | 1674 |
| 4 | 11,2 | 403 | 403 | 204 | 204 | 563 | 30 | 720 | tra | 1717,778 | 1249,459 | 2967,238 | 1620 |
| 5 | 15,9 | 417 | 417 | 324 | 324 | 694 | 31 | 744 | svi | 827,0061 | 601,5389 | 1428,545 | 1674 |
| 6 | 19,2 | 411 | 411 | 372 | 372 | 745 | 30 | 720 | lip | 156,1617 | 113,5872 | 269,7489 | 1620 |
| 7 | 21,1 | 442 | 442 | 367 | 367 | 767 | 31 | 744 | srp | -221,88 | -161,388 | -383,268 | 1674 |
| 8 | 20,1 | 443 | 443 | 263 | 263 | 686 | 31 | 744 | kol | -20,1709 | -14,6717 | -34,8426 | 1674 |
| 9 | 16,6 | 429 | 429 | 143 | 143 | 505 | 30 | 720 | ruj | 663,6871 | 482,7456 | 1146,433 | 1620 |
| 10 | 11,1 | 416 | 416 | 103 | 103 | 372 | 31 | 744 | lis | 1795,208 | 1305,78 | 3100,988 | 1674 |
| 11 | 5,6 | 272 | 272 | 67 | 67 | 204 | 30 | 720 | stu | 2810,91 | 2044,57 | 4855,48 | 1620 |
| 12 | 0,9 | 224 | 224 | 56 | 56 | 156 | 31 | 744 | pro | 3852,638 | 2802,291 | 6654,929 | 1674 |

| Q sol (kWh) | | | | | Qh, gn | γ | η | Qh, nd kWh | Q"h, nd,ref (kWh/m2a) |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|--------------------------|
| Jl | JZ | Sl | SZ | hor | | | | | |
| 405,848035 | 654,6729 | 72,02664 | 156,2715 | 8,561543 | 2971,381 | 0,414 | 0,981549 | 4261 | 9,46888889 |
| 538,394808 | 853,7778 | 115,0225 | 221,6449 | 35,81513 | 3276,655 | 0,585 | 0,946 | 2502 | 5,56 |
| 702,842785 | 1108,335 | 220,6744 | 395,7457 | 80,80133 | 4182,399 | 0,889 | 0,841 | 1186 | 2,63555556 |
| 718,554958 | 1131,215 | 375,7549 | 644,2854 | 117,7283 | 4607,539 | 1,553 | 0,598 | 212 | 0,47111111 |
| 743,60677 | 1170,603 | 632,1485 | 1058,638 | 153,3233 | 5432,319 | 3,803 | 0,262 | 5 | 0,01111111 |
| 734,084095 | 1154,936 | 737,6798 | 1227,353 | 169,0863 | 5643,139 | 20,92 | 0,048 | 0 | 0 |
| 792,135324 | 1244,73 | 724,784 | 1207,876 | 173,9229 | 5817,448 | -15,179 | -0,066 | 1 | 0,00222222 |
| 794,076466 | 1247,695 | 500,7353 | 846,929 | 151,0658 | 5214,502 | -149,659 | -0,007 | 2 | 0,00444444 |
| 769,024654 | 1208,308 | 244,3417 | 432,5763 | 101,3615 | 4375,612 | 3,817 | 0,261 | 4 | 0,00888889 |
| 741,665628 | 1167,637 | 156,0449 | 291,6265 | 62,4592 | 4093,434 | 1,32 | 0,675 | 338 | 0,75111111 |
| 464,265335 | 742,7853 | 80,61376 | 168,8076 | 16,42326 | 3092,895 | 0,637 | 0,931 | 1976 | 4,39111111 |
| 368,966334 | 598,3358 | 54,79212 | 128,5064 | 1,506877 | 2826,107 | 0,425 | 0,98 | 3885 | 8,63333333 |

sum= 14372 31,94 kWh/m2a

| Klimatski podaci | | | | | | | vrijeme (h) | mjesec | Qtr kWh | Qve kWh | Qht kWh | Qint kWh | |
|------------------|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|--------|------------|------------|------------|-------------|---------|
| mjesec | θe,m | Zračenje (MJ/m2) | | | | | | | | | | | br dana |
| | | Jl | JZ | Sl | SZ | hor | | | | | | | |
| 1 | -0,6 | 243 | 243 | 64 | 64 | 181 | 31 | 744 | sij | 3381,954 | 3022,366 | 6404,32 | 1674 |
| 2 | 2,2 | 308 | 308 | 81 | 81 | 263 | 28 | 672 | velj | 2639,471 | 2358,828 | 4998,298 | 1512 |
| 3 | 6,5 | 396 | 396 | 133 | 133 | 437 | 31 | 744 | ožu | 2216,329 | 1980,677 | 4197,006 | 1674 |
| 4 | 11,2 | 403 | 403 | 204 | 204 | 563 | 30 | 720 | tra | 1398,114 | 1249,459 | 2647,574 | 1620 |
| 5 | 15,9 | 417 | 417 | 324 | 324 | 694 | 31 | 744 | svi | 673,1074 | 601,5389 | 1274,646 | 1674 |
| 6 | 19,2 | 411 | 411 | 372 | 372 | 745 | 30 | 720 | lip | 127,1013 | 113,5872 | 240,6885 | 1620 |
| 7 | 21,1 | 442 | 442 | 367 | 367 | 767 | 31 | 744 | srp | -180,59 | -161,388 | -341,978 | 1674 |
| 8 | 20,1 | 443 | 443 | 263 | 263 | 686 | 31 | 744 | kol | -16,4173 | -14,6717 | -31,0889 | 1674 |
| 9 | 16,6 | 429 | 429 | 143 | 143 | 505 | 30 | 720 | ruj | 540,1806 | 482,7456 | 1022,926 | 1620 |
| 10 | 11,1 | 416 | 416 | 103 | 103 | 372 | 31 | 744 | lis | 1461,135 | 1305,78 | 2766,915 | 1674 |
| 11 | 5,6 | 272 | 272 | 67 | 67 | 204 | 30 | 720 | stu | 2287,824 | 2044,57 | 4332,393 | 1620 |
| 12 | 0,9 | 224 | 224 | 56 | 56 | 156 | 31 | 744 | pro | 3135,695 | 2802,291 | 5937,986 | 1674 |

| Q sol (kWh) | | | | | Qh, gn | γ | η | Qh, nd kWh | Q"h, nd,ref (kWh/m2a) |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|--------------------------|
| Jl | JZ | Sl | SZ | hor | | | | | |
| 350,003582 | 563,352 | 66,14694 | 138,2698 | 6,556137 | 2798,329 | 0,437 | 0,983653 | 3652 | 8,11555556 |
| 462,282183 | 732,6991 | 102,278 | 193,5585 | 27,426 | 3030,244 | 0,606 | 0,951 | 2117 | 4,70444444 |
| 602,623498 | 950,3025 | 192,6792 | 342,5595 | 61,87489 | 3824,04 | 0,911 | 0,847 | 958 | 2,12888889 |
| 615,83341 | 969,6582 | 324,5311 | 554,4228 | 90,15228 | 4174,598 | 1,577 | 0,598 | 151 | 0,33555556 |
| 637,29682 | 1003,413 | 542,935 | 908,0572 | 117,4097 | 4883,112 | 3,831 | 0,26 | 5 | 0,01111111 |
| 629,042294 | 989,8909 | 632,6096 | 1051,824 | 129,4805 | 5052,847 | 20,993 | 0,048 | 0 | 0 |
| 678,574584 | 1066,64 | 621,7885 | 1035,368 | 133,1842 | 5209,556 | -15,234 | -0,066 | 2 | 0,00444444 |
| 680,225694 | 1069,17 | 431,0732 | 727,4532 | 115,681 | 4697,603 | -151,102 | -0,007 | 2 | 0,00444444 |
| 658,762285 | 1035,414 | 212,6693 | 373,8189 | 77,61913 | 3978,284 | 3,889 | 0,257 | 1 | 0,00222222 |
| 635,645709 | 1000,884 | 137,6652 | 253,7379 | 47,82911 | 3749,762 | 1,355 | 0,672 | 247 | 0,54888889 |
| 399,537926 | 638,3477 | 73,30048 | 148,8041 | 12,57637 | 2892,567 | 0,668 | 0,933 | 1634 | 3,63111111 |
| 318,632481 | 515,2994 | 51,47654 | 114,5841 | 1,153915 | 2675,146 | 0,451 | 0,982 | 3311 | 7,35777778 |

sum= 12080 26,84 kWh/m2a

Prilog 4 Proračun prema HRN EN 15316

| | | | | | | | | | | | | | | suma | | | |
|------------------|------------------------|---------------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|--|
| | | mjesec | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | 12 | | |
| ogrijevna tijela | Øe,m | -0,6 | 2,2 | 6,5 | 11,2 | 15,9 | 19,2 | 21,1 | 20,1 | 16,6 | 11,1 | 5,6 | 0,9 | | | | |
| | br dana | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | | | | |
| | Qem, out (kWh) | 5476,94 | 3354,381 | 1746,206 | 367,1476 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 574,4619 | 2727,799 | 5024,627 | 19271,57 | | | |
| | Qem,ls (kWh) | 90/70 | 848,93 | 519,93 | 270,66 | 56,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 89,04 | 422,81 | 778,82 | 2987,09 | | |
| | | 70/55 | 602,46 | 368,98 | 192,08 | 40,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 63,19 | 300,06 | 552,71 | 2119,87 | | |
| | | 55/45 | 438,16 | 268,35 | 139,70 | 29,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 45,96 | 218,22 | 401,97 | 1541,73 | | |
| | Wctr (kWh) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| | Qem, in (kWh) | 90/70 | 6325,87 | 3874,31 | 2016,87 | 424,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 663,50 | 3150,61 | 5803,44 | 22258,66 | | |
| | | 70/55 | 6079,41 | 3723,36 | 1938,29 | 407,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 637,65 | 3027,86 | 5577,34 | 21391,44 | | |
| | | 55/45 | 5915,10 | 3622,73 | 1885,90 | 396,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 620,42 | 2946,02 | 5426,60 | 20813,29 | | |
| distribucija | βdis | 90/70 | 0,37 | 0,25 | 0,12 | 0,03 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,19 | 0,34 | | | |
| | | 70/55 | 0,36 | 0,24 | 0,11 | 0,02 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,18 | 0,33 | | | |
| | | 55/45 | 0,35 | 0,23 | 0,11 | 0,02 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,18 | 0,32 | | | |
| | Øm (°C) | 90/70 | 36,46 | 29,93 | 23,72 | 20,51 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,88 | 26,94 | 34,71 | | | |
| | | 70/55 | 31,07 | 26,68 | 22,50 | 20,34 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,59 | 24,67 | 29,90 | | | |
| | | 55/45 | 27,54 | 24,55 | 21,71 | 20,23 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,40 | 23,18 | 26,74 | | | |
| | φL(Øm-Øi) dio A | 90/70 | 17,45 | 11,38 | 7,98 | 5,41 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,86 | 10,04 | 16,15 | | | |
| | | 70/55 | 13,44 | 9,19 | 7,07 | 5,29 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,65 | 8,40 | 12,57 | | | |
| | | 55/45 | 10,82 | 7,76 | 6,48 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,51 | 7,33 | 10,22 | | | |
| | φL(Øm-Øi) dio B | 90/70 | 202,01 | 110,11 | 45,71 | 6,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 10,77 | 82,43 | 180,60 | | | |
| | | 70/55 | 135,89 | 74,07 | 30,75 | 4,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,25 | 55,45 | 121,48 | | | |
| | | 55/45 | 92,56 | 54,55 | 20,94 | 3,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,94 | 37,77 | 82,75 | | | |
| | φL(Øm-Øi) dio C | 90/70 | 999,03 | 544,55 | 226,05 | 30,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 53,27 | 407,67 | 893,13 | | | |
| | | 70/55 | 672,02 | 366,30 | 152,06 | 20,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 35,84 | 274,23 | 600,78 | | | |
| | | 55/45 | 457,77 | 249,52 | 103,58 | 13,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,41 | 186,80 | 409,24 | | | |
| | Qh, dis, ls (kWh) | 90/70 | 1218,49 | 666,04 | 279,74 | 41,55 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 69,91 | 500,14 | 1089,88 | 3891,45 | | |
| | | 70/55 | 821,35 | 449,56 | 189,87 | 29,60 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 48,73 | 338,08 | 734,83 | 2637,73 | | |
| | | 55/45 | 561,15 | 307,73 | 131,00 | 21,77 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 34,85 | 231,90 | 502,22 | 1816,32 | | |
| | Qh, dis, rbl (kWh) | 90/70 | 1209,77 | 660,35 | 275,75 | 38,85 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 66,98 | 495,12 | 1081,80 | 3841,47 | | |
| | | 70/55 | 814,63 | 444,97 | 186,34 | 26,96 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 45,91 | 333,88 | 728,55 | 2594,07 | | |
| | | 55/45 | 555,74 | 303,85 | 127,76 | 19,17 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 32,10 | 228,23 | 497,10 | 1776,81 | | |
| | W,H,dis,aux (kWh) | 90/70 | 26,86 | 20,15 | 17,24 | 13,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,22 | 19,36 | 25,69 | 136,79 | | |
| | | 70/55 | 26,31 | 19,82 | 17,06 | 13,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,16 | 19,08 | 25,19 | 134,85 | | |
| | | 55/45 | 25,94 | 19,59 | 16,95 | 13,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,12 | 18,90 | 24,85 | 133,56 | | |
| | Qh, dis, aux rvd (kWh) | 90/70 | 20,14 | 15,11 | 12,93 | 9,95 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 10,66 | 14,52 | 19,27 | 102,59 | | |
| | | 70/55 | 19,73 | 14,86 | 12,80 | 9,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 10,62 | 14,31 | 18,89 | 101,14 | | |
| | | 55/45 | 19,46 | 14,69 | 12,71 | 9,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 10,59 | 14,18 | 18,64 | 100,17 | | |
| | Qh, aux rbl (kWh) | 90/70 | 6,71 | 5,04 | 4,31 | 3,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,55 | 4,84 | 6,42 | 34,20 | | |
| | | 70/55 | 6,58 | 4,95 | 4,27 | 3,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,54 | 4,77 | 6,30 | 33,71 | | |
| | | 55/45 | 6,49 | 4,90 | 4,24 | 3,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,53 | 4,73 | 6,21 | 33,39 | | |
| | Qh, dis, in (kWh) | 90/70 | 7524,22 | 4525,23 | 2283,68 | 455,65 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 722,75 | 3636,23 | 6874,05 | 26047,52 | | |
| | | 70/55 | 6881,02 | 4158,06 | 2115,37 | 427,21 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 675,76 | 3351,62 | 6293,28 | 23928,03 | | |
| | | 55/45 | 6456,79 | 3915,77 | 2004,19 | 408,38 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 644,68 | 3163,75 | 5910,17 | 22529,45 | | |
| | distribucija PTV-a | QW(kWh) | 618,30 | 558,47 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 7280,00 | | | |
| | | QW dis,ls,nc (kWh) | 184,04 | 166,23 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 2166,90 | | |
| | | QW,dis,ls,col (kWh) | 1,220625 | 1,1025 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 14,37 | | |
| | | V (m3/h) | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | | |
| | | Phydr (W) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | | |
| | | tuk,w (h) | 3,23 | 2,92 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | | | |
| | | Ww, dis, aux (kWh) | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,30 | | |
| | | Qw,dis,aux,rvd(kWh) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,22 | | |
| | | Qw,dis,aux,rbl(kWh) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | | |
| | | QW dis,rbl (kWh) | 185,26 | 167,33 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 2181,27 | | |
| | | QW dis,in (kWh) | 803,54 | 725,78 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 9461,04 | | |
| | | QW st,ls (kWh) | 93,54 | 88,47 | 104,72 | 108,51 | 119,52 | 120,70 | 127,71 | 126,14 | 116,73 | 111,96 | 99,97 | 95,90 | 1313,88 | | |
| | | spremnik PTV-a | 24 kW | 90/70 | 33,48 | 30,24 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | |
| | | | | 27 kW | 29,76 | 26,88 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | |
| | | | | 30 kW | 26,78 | 24,19 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | |
| 24 kW | 90/70 | | 0,94 | 0,85 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 11,04 | | |
| | 27 kW | | 0,83 | 0,75 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 9,81 | | |
| | 30 kW | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | suma | | |
|------------------------|----------------|---------------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | mjesec | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| | | Øe,m | -0,6 | 2,2 | 6,5 | 11,2 | 15,9 | 19,2 | 21,1 | 20,1 | 16,6 | 11,1 | 5,6 | 0,9 | | |
| | | br dana | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | | |
| ogrijevna tijela | Qem, out (kWh) | 90/70 | 4171,01 | 2443,977 | 1123,668 | 176,456 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300,4815 | 1923,685 | 3801,801 | 13941,07 | |
| | | Qem,ls (kWh) | 90/70 | 646,51 | 378,82 | 174,17 | 27,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 46,57 | 298,17 | 589,28 | 2160,87 |
| | | 55/45 | 458,81 | 268,84 | 123,60 | 19,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 33,05 | 211,61 | 418,20 | 1533,52 | |
| | Wctr (kWh) | 55/45 | 333,68 | 195,52 | 89,89 | 14,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,04 | 153,89 | 304,14 | 1115,29 | |
| | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | Qem, in (kWh) | 90/70 | 4817,51 | 2822,79 | 1297,84 | 203,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 347,06 | 2221,86 | 4391,08 | 16101,94 |
| | 70/55 | 4629,82 | 2712,81 | 1247,27 | 195,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 333,53 | 2135,29 | 4220,00 | 15474,59 | | |
| | 55/45 | 4504,69 | 2639,49 | 1213,56 | 190,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 324,52 | 2077,58 | 4105,95 | 15056,36 | | |
| | distribucija | βdis | 90/70 | 0,31 | 0,20 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,15 | 0,28 | |
| | | | 70/55 | 0,30 | 0,19 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,14 | 0,27 | |
| 55/45 | | | 0,29 | 0,19 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,14 | 0,26 | | |
| θm (°C) | | 90/70 | 33,00 | 27,41 | 22,36 | 20,22 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,43 | 24,96 | 31,52 | | |
| | | 70/55 | 28,74 | 24,98 | 21,59 | 20,15 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,29 | 23,34 | 27,75 | | |
| | | 55/45 | 25,96 | 23,39 | 21,08 | 20,10 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,19 | 22,27 | 25,28 | | |
| φL(θm-θl) dio A | | 90/70 | 14,88 | 9,68 | 6,97 | 5,20 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,52 | 8,61 | 13,78 | | |
| | | 70/55 | 11,71 | 8,05 | 6,39 | 5,15 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,42 | 7,44 | 10,97 | | |
| | | 55/45 | 9,64 | 6,98 | 6,01 | 5,11 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,35 | 6,68 | 9,14 | | |
| φL(θm-θl) dio B | | 90/70 | 159,57 | 82,11 | 29,00 | 2,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,22 | 58,92 | 141,46 | | |
| | | 70/55 | 107,34 | 55,24 | 19,51 | 1,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,51 | 39,64 | 95,15 | | |
| | | 55/45 | 73,12 | 37,63 | 13,29 | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,39 | 27,00 | 64,82 | | |
| φL(θm-θl) dio C | | 90/70 | 789,14 | 406,10 | 143,44 | 13,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,82 | 291,40 | 699,56 | | |
| | | 70/55 | 530,83 | 273,17 | 96,49 | 8,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 17,37 | 196,01 | 470,57 | | |
| | | 55/45 | 361,59 | 186,08 | 65,73 | 5,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,83 | 133,52 | 320,55 | | |
| Qh, dis, ls (kWh) | | 90/70 | 963,59 | 497,89 | 179,41 | 20,89 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 36,57 | 358,93 | 854,80 | 2937,79 | |
| | | 70/55 | 649,88 | 336,46 | 122,39 | 15,70 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 26,30 | 243,09 | 576,70 | 1996,23 | |
| | | 55/45 | 444,35 | 230,69 | 85,03 | 12,30 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 19,58 | 167,20 | 394,50 | 1379,35 | |
| Qh, dis, rbl (kWh) | | 90/70 | 956,15 | 493,05 | 175,93 | 18,29 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 33,81 | 354,63 | 847,91 | 2892,61 | |
| | | 70/55 | 644,02 | 332,43 | 119,19 | 13,13 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 23,59 | 239,37 | 571,21 | 1955,81 | |
| | | 55/45 | 439,53 | 227,19 | 82,02 | 9,75 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 16,90 | 163,86 | 389,93 | 1342,04 | |
| W, H, dis, aux (kWh) | | 90/70 | 23,11 | 17,35 | 14,99 | 12,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,80 | 16,74 | 22,12 | 119,20 | |
| | | 70/55 | 22,67 | 17,09 | 14,88 | 12,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,77 | 16,54 | 21,73 | 117,75 | |
| | | 55/45 | 22,39 | 16,92 | 14,80 | 12,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,75 | 16,40 | 21,47 | 116,79 | |
| Qh, dis, aux rvd (kWh) | | 90/70 | 17,33 | 13,01 | 11,25 | 9,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,60 | 12,55 | 16,59 | 89,40 | |
| | | 70/55 | 17,01 | 12,82 | 11,16 | 9,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,58 | 12,40 | 16,30 | 88,31 | |
| | | 55/45 | 16,79 | 12,69 | 11,10 | 9,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,56 | 12,30 | 16,10 | 87,59 | |
| Qh, dis, aux rbl (kWh) | | 90/70 | 5,78 | 4,34 | 3,75 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,20 | 4,18 | 5,53 | 29,80 | |
| | | 70/55 | 5,67 | 4,27 | 3,72 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,19 | 4,13 | 5,43 | 29,44 | |
| | | 55/45 | 5,60 | 4,23 | 3,70 | 3,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,19 | 4,10 | 5,37 | 29,20 | |
| Qh, dis, in (kWh) | | 90/70 | 5763,77 | 3307,67 | 1466,00 | 215,64 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 374,02 | 2568,24 | 5229,29 | 18950,33 | |
| | | 70/55 | 5262,69 | 3036,45 | 1358,50 | 202,52 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 350,26 | 2365,98 | 4780,40 | 17382,51 | |
| | 55/45 | 4932,24 | 2857,49 | 1287,49 | 193,84 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 334,53 | 2232,47 | 4484,34 | 16348,11 | | |
| distribucija PTV-a | | QW(kWh) | 618,30 | 558,47 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 7280,00 | |
| | | QW dis,ls,nc (kWh) | 184,04 | 166,23 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 2166,90 | |
| | | QW,dis,ls,col (kWh) | 1,220625 | 1,1025 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | | |
| | | V (m3/h) | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | |
| | | Phydr (W) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | |
| | | tuk,w (h) | 3,23 | 2,92 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,23 | |
| | | Ww, dis, aux (kWh) | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,30 | |
| | | Qw,dis,aux,rvd(kWh) | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,22 | |
| | | Qw,dis,aux,rbl(kWh) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | |
| | | QW dis,rbl (kWh) | 185,26 | 167,33 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 2181,27 | |
| | | QW dis,in (kWh) | 803,54 | 725,78 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | | |
| | | QW st,ls (kWh) | 93,54 | 88,47 | 104,72 | 108,51 | 119,52 | 120,70 | 127,71 | 126,14 | 116,73 | 111,96 | 99,97 | 95,90 | 1313,88 | |
| spremnik PTV-a | | 24 kW | 33,48 | 30,24 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | | |
| | | 27 kW | 29,76 | 26,88 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | | |
| | | 30 kW | 26,78 | 24,19 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | 25,92 | 26,78 | | |
| | | 35 kW | 0,94 | 0,85 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 0,91 | 0,94 | 11,04 | |
| | | 40 kW | 0,83 | 0,75 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 0,81 | 0,83 | 9,81 | |
| | | 60 kW | 0,75 | 0,68 | 0,75 | 0,73 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | suma | | |
|--------------------|------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | mjesec | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | 12 | |
| ogrijevna tijela | θe,m | | -0,6 | 2,2 | 6,5 | 11,2 | 15,9 | 19,2 | 21,1 | 20,1 | 16,6 | 11,1 | 5,6 | 0,9 | | |
| | br dana | | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | | |
| | Qem, out (kWh) | | 3572,83 | 2064,883 | 916,3114 | 116,6393 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 210,9013 | 1586,326 | 3237,922 | 11705,81 | |
| | Qem,ls (kWh) | 90/70 | 553,79 | 320,06 | 142,03 | 18,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 32,69 | 245,88 | 501,88 | 1814,40 |
| | | 70/55 | 393,01 | 227,14 | 100,79 | 12,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 23,20 | 174,50 | 356,17 | 1287,64 |
| | | 55/45 | 285,83 | 165,19 | 73,30 | 9,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16,87 | 126,91 | 259,03 | 936,46 |
| | Wctr (kWh) | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Qem, in (kWh) | 90/70 | 4126,62 | 2384,94 | 1058,34 | 134,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 243,59 | 1832,21 | 3739,80 | 13520,21 |
| | | 70/55 | 3965,84 | 2292,02 | 1017,11 | 129,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 234,10 | 1760,82 | 3594,09 | 12993,45 |
| | | 55/45 | 3858,65 | 2230,07 | 989,62 | 125,97 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 227,77 | 1713,23 | 3496,96 | 12642,28 |
| distribucija | βdis | 90/70 | 0,28 | 0,18 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,13 | 0,26 | |
| | | 70/55 | 0,27 | 0,17 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,13 | 0,25 | |
| | | 55/45 | 0,27 | 0,17 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,12 | 0,24 | |
| | θm (°C) | 90/70 | 31,70 | 26,55 | 22,00 | 20,14 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,30 | 24,25 | 30,30 | | |
| | | 70/55 | 27,87 | 24,41 | 21,34 | 20,10 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,20 | 22,86 | 26,93 | | |
| | | 55/45 | 25,36 | 23,00 | 20,91 | 20,07 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,14 | 21,95 | 24,72 | | |
| | ψL(θm-θi) dio A | 90/70 | 13,92 | 9,11 | 6,69 | 5,14 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,43 | 8,10 | 12,87 | | |
| | | 70/55 | 11,07 | 7,66 | 6,21 | 5,11 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,36 | 7,10 | 10,36 | | |
| | | 55/45 | 9,20 | 6,72 | 5,89 | 5,09 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 5,31 | 6,44 | 8,72 | | |
| | ψL(θm-θi) dio B | 90/70 | 143,68 | 72,63 | 24,50 | 1,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,63 | 50,50 | 126,42 | | |
| | | 70/55 | 96,65 | 48,85 | 16,48 | 1,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,44 | 33,97 | 85,04 | | |
| | | 55/45 | 65,83 | 33,28 | 11,23 | 0,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,66 | 23,14 | 57,93 | | |
| | ψL(θm-θi) dio C | 90/70 | 710,55 | 359,18 | 121,15 | 8,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 17,95 | 249,73 | 625,21 | | |
| | | 70/55 | 477,97 | 241,61 | 81,50 | 5,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,07 | 167,98 | 420,56 | | |
| | | 55/45 | 325,58 | 164,58 | 55,51 | 3,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,22 | 114,43 | 286,48 | | |
| | Qh, dis, ls (kWh) | 90/70 | 868,15 | 440,91 | 152,34 | 15,23 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 27,00 | 308,32 | 764,50 | 2602,16 | |
| | | 70/55 | 585,68 | 298,12 | 104,18 | 11,90 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 19,87 | 209,05 | 515,96 | 1770,47 | |
| | | 55/45 | 400,62 | 204,58 | 72,63 | 9,71 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 15,19 | 144,01 | 353,12 | 1225,56 | |
| | Qh, dis, rbl (kWh) | 90/70 | 861,19 | 436,36 | 149,00 | 12,66 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 24,29 | 304,27 | 758,07 | 2558,69 | |
| | | 70/55 | 580,15 | 294,29 | 101,08 | 9,34 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 17,19 | 205,50 | 510,78 | 1731,18 | |
| | | 55/45 | 396,02 | 201,22 | 69,68 | 7,17 | 2,60 | 2,52 | 2,60 | 2,60 | 2,52 | 12,54 | 140,79 | 348,77 | 1189,03 | |
| | W,H,dis,aux (kWh) | 90/70 | 21,21 | 15,98 | 13,95 | 11,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,02 | 15,41 | 20,29 | 110,24 | |
| | | 70/55 | 20,83 | 15,76 | 13,85 | 11,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,00 | 15,24 | 19,95 | 108,99 | |
| | | 55/45 | 20,57 | 15,61 | 13,78 | 11,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,98 | 15,13 | 19,72 | 108,16 | |
| | Qh, dis, aux rvd (kWh) | 90/70 | 15,90 | 11,98 | 10,46 | 8,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,01 | 11,56 | 15,22 | 82,68 | |
| | | 70/55 | 15,62 | 11,82 | 10,39 | 8,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9,00 | 11,43 | 14,96 | 81,74 | |
| | | 55/45 | 15,43 | 11,71 | 10,34 | 8,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,99 | 11,34 | 14,79 | 81,12 | |
| | Qh, dis, aux rbl (kWh) | 90/70 | 5,30 | 3,99 | 3,49 | 2,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 3,85 | 5,07 | 27,56 | |
| | | 70/55 | 5,21 | 3,94 | 3,46 | 2,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 3,81 | 4,99 | 27,25 | |
| | | 55/45 | 5,14 | 3,90 | 3,45 | 2,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 3,78 | 4,93 | 27,04 | |
| | Qh, dis, in (kWh) | 90/70 | 4978,86 | 2813,86 | 1200,22 | 141,41 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 261,58 | 2128,97 | 4489,09 | 16039,70 | |
| | | 70/55 | 4535,90 | 2578,33 | 1110,90 | 132,83 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 244,97 | 1958,44 | 4095,10 | 14682,17 | |
| | | 55/45 | 4243,84 | 2422,94 | 1051,91 | 127,15 | 5,21 | 5,04 | 5,21 | 5,21 | 5,04 | 233,98 | 1845,89 | 3835,29 | 13786,72 | |
| distribucija PTV-a | QW(kWh) | | 618,30 | 558,47 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 598,36 | 618,30 | 7280,00 |
| | QW dis,ls,nc (kWh) | | 184,04 | 166,23 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 184,04 | 178,10 | 2166,90 |
| | QW,dis,ls,col (kWh) | | 1,220625 | 1,1025 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | 1,220625 | 1,18125 | |
| | V (m3/h) | | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | |
| | Phydr (W) | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | |
| | tuk,w (h) | | 3,23 | 2,92 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | 3,23 | 3,13 | |
| | Ww, dis, aux (kWh) | | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,30 |
| | Qw,dis,aux,rvd(kWh) | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,22 |
| | Qw,dis,aux,rbl(kWh) | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 |
| | QW dis,rbl (kWh) | | 185,26 | 167,33 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 185,26 | 179,28 | 2181,27 |
| | QW dis,in (kWh) | | 803,54 | 725,78 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | 803,54 | 777,62 | |
| | QW st,ls (kWh) | | 93,54 | 88,47 | 104,72 | 108,51 | 119,52 | 120,70 | 127,71 | 126,14 | 116,73 | 111,96 | 99,97 | 95,90 | 1313,88 | |
| spremnik PTV-a | tw, gen, nom (h) | 24 kW | 33,48 | 30,24 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | 33,48 | 32,40 | |
| | | 27 kW | 29,76 | 26,88 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | 29,76 | 28,80 | |
| | | 30 kW | 26,78 | 2 | | | | | | | | | | | | |